

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE
DE BOBO-DIOULASSO
(U.P.B)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
(CNRST)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R)

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE RECHERCHE AGRICOLES
(I.N.E.R.A.)

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

STATION DE RECHERCHES
AGRICOLES DE FARAKO-BA

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme
d'Ingénieur du Développement Rural.

Option : **AGRONOMIE**

THEME :

**INCIDENCE DES SYSTEMES DE CULTURE
SUR LA PRODUCTIVITE D'UN SOL
FERRALLITIQUE DANS L'OUEST DU
Burkina Faso.**

JUIN 1999

EDZANG MBA Jean Jacques

DEDICACE.

A ma mère NDZANG BOUGOU Yvonne ;

A mon père OBIANG Sammuel ;

A ma defunte fille AIMEE GRACE ;

A mes oncles MBA EDZANG Emmanuel, MINKO MBA Josué ;

NDEMA ONDO SIMON ;

A ma fiancée MANIANGA Mireille Patricia ;

A mes frères et sœurs ;

JE DEDIE CE MEMOIRE.

SOMMAIRE

	Pages
Remerciements.....	i
Liste des tableaux.....	iii
Liste des sigles et abréviations.....	iv
Liste des figures.....	v
Résumé.....	vii
 INTRODUCTION.....	 1
 CHAPITRE 1 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES SYSTÈMES DE CULTURE ET ÉVOLUTION DE LA FERTILITÉ DU SOL.....	 3
 1.1 SYSTÈMES DE CULTURE	 3
 1.1.1 Définition.....	 3
 1.1.2 Présentation de quelques systèmes de culture rencontrés au Burkina Faso.....	 3
 <i>1.1.2.1 Systèmes traditionnels.....</i>	 <i>3</i>
 <i>1.1.2.2 Les systèmes basés sur le degré d'intensification.....</i>	 <i>4</i>
<i>1.1.2.2.1 Les systèmes de culture manuelle à faible intensification.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2.2.2 Les systèmes de culture manuelle intensifiée.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2.2.3 Les systèmes de culture mécanisée à traction animale.....</i>	<i>5</i>
 <i>1.1.2.3 Les systèmes basés sur la disposition spatiale des champs et la présence ou non des restitutions organiques dans les systèmes de culture.....</i>	 <i>5</i>
<i>1.1.2.3.1 Les systèmes de culture de case.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2.3.2 Les systèmes de culture de village (champs intermédiaires).....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2.3.3 Les systèmes de culture de brousse (champs de brousse).....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2.3.4 Les systèmes de culture avec ou sans restitution de matière organique.....</i>	<i>6</i>
 <i>1.1.2.4 Les systèmes basés sur la technique de semis direct et les plantes de couverture.....</i>	 <i>7</i>
<i>1.1.2.4.1 Les systèmes en culture continue où la parcelle est cultivée tous les ans.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.2.4.2 Les systèmes alternant plantes de couverture et culture.....</i>	<i>7</i>
 <i>1.1.2.5 Les systèmes de culture basés sur la position topographique des champs.....</i>	 <i>8</i>
<i>1.1.2.5.1 Les systèmes de culture sur sol de mi-pente.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.2.5.2 Les systèmes de culture sur sol de bas de pente.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.2.5.3 Les systèmes de culture sur sol de bas fond.....</i>	<i>8</i>
 1.2 PROBLÉMATIQUE DE LA FERTILITÉ.....	 9
 1.2.1 Définition de la fertilité.....	 9
1.2.2 Fertilité physique.....	9
1.2.3 Fertilité chimique.....	10
1.2.4 Fertilité biologique.....	11

1.2.5 Méthode d'évaluation de la fertilité des sols.....	12
<i>1.2.5.1 Evaluation des rendements.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.5.2 Bilans minéraux.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.5.3 Bilans organiques.....</i>	<i>13</i>
1.3 SYSTEMES DE CULTURE ET FERTILITE DES SOLS.....	14
1.3.1 Influence des systèmes de culture sur la fertilité physico-chimique.....	15
<i>1.3.1.1 Influence des systèmes de culture sur la fertilité physique.....</i>	<i>15</i>
<i>1.3.1.2 Influence des systèmes de culture sur la fertilité chimique.....</i>	<i>16</i>
1.3.2 Influence des systèmes de culture sur la fertilité biologique.....	17
1.3.3 Synthèse des principaux résultats sur les systèmes de culture et la fertilité des sols...	17
1.4 CONCLUSION.....	19
CHAPITRE 2 : CARACTERISATION DE LA ZONE ECOLOGIQUE , DU SITE D'ETUDE ET METHODE D'ETUDE.....	21
2.1 ZONE ECOLOGIQUE ET SITE D'ETUDE.....	21
2.1.1 Localisation.....	21
2.1.2 Climat.....	21
2.1.3 Végétation.....	24
2.2 MATERIEL ET METHODE.....	24
2.2.1 Matériel.....	24
<i>2.2.1.1 Le sol.....</i>	<i>24</i>
<i>2.2.1.2 Le végétal.....</i>	<i>25</i>
<i>2.2.1.3 Les fertilisants.....</i>	<i>26</i>
2.2.2 Méthodologie d'étude.....	26
<i>2.2.2.1 Dispositif expérimental.....</i>	<i>26</i>
<i>2.2.2.1.1 Traitements principaux.....</i>	<i>26</i>
<i>2.2.2.1.2 Sous traitements.....</i>	<i>27</i>
<i>2.2.2.1.3 Mise en place de l'essai.....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.2.2 Méthode d'analyse.....</i>	<i>30</i>
<i>2.2.2.2.1 pH_{eau} pH_{KCl}.....</i>	<i>30</i>
<i>2.2.2.2.2 Carbone et matière organique.....</i>	<i>30</i>
<i>2.2.2.2.3 Azote total.....</i>	<i>30</i>
<i>2.2.2.2.4 Phosphore total.....</i>	<i>31</i>
<i>2.2.2.2.5 Phosphore assimilable.....</i>	<i>31</i>

2.2.2.2.6 <i>Potassium total</i>	31
2.2.2.2.7 <i>Potassium disponible</i>	31
2.2.2.3 <i>Traitement statistique des données</i>	31
CHAPITRE 3 : RESULTATS-DISCUSSION	32
3.1 INFLUENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LES RENDEMENTS (ANNEE 1998)	32
3.1.1 Influence de la rotation sur les rendements de cultures	32
3.1.1.1 <i>Influence de la rotation sur les rendements de sorgho</i>	32
3.1.1.1.1 <i>Effet de la rotation sur la production du sorgho graine</i>	32
3.1.1.1.2 <i>Influence de la rotation sur la production du sorgho paille</i>	35
3.1.1.2 <i>Influence de la rotation culturale sur les rendements du cotonnier</i>	36
3.1.1.2.1 <i>Influence de la rotation sur la production du coton graine</i>	36
3.1.1.2.2 <i>Influence de la rotation sur la production de matière sèche du cotonnier</i>	39
3.1.1.3 <i>Influence de la rotation culturale sur les rendements de l'arachide</i>	40
3.1.1.3.1 <i>Influence de la rotation culturale sur la production des graines d'arachide</i>	40
3.1.1.3.2 <i>Effets de la rotation culturale sur la production des fanes d'arachide</i>	42
3.1.2 Influence des types de fumures sur les rendements de cultures	43
3.1.2.1 <i>Influence du type de fumure sur les rendements de sorgho</i>	43
3.1.2.1.1 <i>Effets des différentes fumures sur la production du sorgho graine</i>	43
3.1.2.1.2 <i>Effets des différentes fumures sur la production de matière sèche du sorgho</i>	45
3.1.2.2 <i>Influence du type de fumure sur les rendements du cotonnier</i>	47
3.1.2.2.1 <i>Influence des fumures sur la production du coton graine</i>	47
3.1.2.2.2 <i>Influence des fumures sur la production de la matière sèche du cotonnier</i>	49
3.1.2.3 <i>Influence du type de fumure sur les rendements de l'arachide</i>	51
3.1.2.3.1 <i>Influence des fumures sur la production des graines d'arachide</i>	51
3.1.2.3.2 <i>Influence des fumures sur la production des fanes d'arachide</i>	53
3.1.3 Discussion	54
3.2 INFLUENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA FERTILITE DU SOL	56
3.2.1 Incidence de la rotation culturale sur la fertilité du sol	56
3.2.1.1 <i>Effet de la rotation sur le statut organique</i>	56
3.2.1.1.1 <i>Carbone et matière organique du</i>	57
3.2.1.1.2 <i>Azote total</i>	57
3.2.1.2 <i>Effet de la rotation sur le pH du sol</i>	58
3.2.1.3 <i>Effet de la rotation culturale sur la teneur du sol en éléments minéraux</i>	59
3.2.1.3.1 <i>Le phosphore total et phosphore assimilable</i>	59
3.2.1.3.2 <i>Le potassium total et disponible</i>	61
3.2.1.4 <i>Discussion</i>	62

3.2.2 Incidence du type de fumure sur la fertilité du sol.....	63
<i>3.2.2.1 Effet de la fumure sur le statut organique du sol.....</i>	<i>63</i>
<i>3.2.2.1.1 Carbone et matière organique du sol.....</i>	<i>63</i>
<i>3.2.2.1.2 L'azote total du sol.....</i>	<i>65</i>
<i>3.2.2.2 Effet de la fumure sur le pH du sol.....</i>	<i>66</i>
<i>3.2.2.3 Effet de la fumure sur les teneurs en éléments minéraux du sol.....</i>	<i>66</i>
<i>3.2.2.3.1 Le phosphore total et assimilable.....</i>	<i>67</i>
<i>3.2.2.3.2 Le potassium total et disponible.....</i>	<i>69</i>
<i>3.2.2.4 Discussion.....</i>	<i>70</i>
CONCLUSION GENERALE.....	73
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	75
ANNEXE	

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au cours de 10 mois de stage passés à l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (IN.E.R.A) de Farako-Bâ.

Beaucoup de personnes ont contribué à la réalisation de ce travail, j'ai de la reconnaissance pour tous.

Mes remerciements s'adressent particulièrement à :

- Monsieur **BACYE Bernard**, Enseignant chercheur et chef de département Agronomie à l'IDR notre Directeur de mémoire pour son encadrement et sa disponibilité, malgré ses lourdes responsabilités.

- Monsieur, **TRAORE N. Seydou**, Délégué Régional du C.R.R.E.A. de l'Ouest qui a bien voulu accepter que la Station de Farako-Bâ nous serve de cadre pour la réalisation de cette étude.

- Monsieur **BADO B. Vincent**. Chef de Programme GRN/SP-Ouest pour la proposition du thème ainsi que pour l'appui matériel mis à notre disposition dans le but de faciliter l'exécution de nos tâches. Qu'il trouve ici mes sincères remerciements.

- Monsieur **TRAORE Ouola**. Chercheur au Programme GRN/SP-Ouest qui, a bien voulu accepter assurer notre encadrement durant l'absence de notre maître de stage Mr. BADO. J'ai de la reconnaissance pour lui.

- Monsieur **KAMBIRE S. Hyacinthe**. Chercheur au Programme GRN/SP-Ouest , pour l'intérêt qu'il a porté sur notre thème par des remarques et multiples suggestions depuis le début jusqu'à la fin de cette étude.

- Messieurs **NACRO** et **SIBOMANA** respectivement Chercheur au Programme Riz et collègue ingénieur stagiaire à la Station pour leur appui lors de l'analyse statistique de nos données.

- Monsieur **TRAORE Karim**. Chercheur du Programme GRN/SP-Ouest pour son appui à l'outil informatique.

- **Monsieur OUATTARA Sibiry**. Pour ses suggestions après lecture de notre revue bibliographique.
- Tous les Chercheurs du Programme GRN/SP-Ouest, particulièrement, Messieurs **KARA Amara, OUEDRAOGO Souleymane, TIAHOUN Kabara** pour leur hospitalité dont ils nous ont fait preuve tout au long de ce travail.
- **Monsieur TRAORE Tiékoura**. Technicien de recherche au Programme GRN/SP-Ouest pour sa disponibilité tout au long de cette étude.
- Messieurs **OUATTARA Amoro, OUATTARA Jérôme** et **YAMEOGO Léandre** respectivement observateurs et technicien de laboratoire au Programme GRN/SP-Ouest pour le suivi de l'essai, prélèvement et le conditionnement des échantillons de sols.
- **Madame DIAKITE Mariame** , Secrétaire pour de multiples services rendus.
- **JEAN CHARLES KOMBO**, mon ami de tous les jours que Dieu te protège et te galvanise de tout le courage nécessaire pour surmonter tous ces événements du Congo Brazzaville.

« Je ne saurais mettre un terme à ces remerciements sans un mot à l'endroit de la colonie GABONAISE résidente à BOBO-DIOULASSO particulièrement **EDZANG Vincent, MIREILLE Abessolo, YONNELLE Moukoumbi, Yvon, Edouard, Appolinaire et Camille** pour le soutien constant dans les moments les plus difficiles ».

***** A tous je vous dis "AKIBA"*****

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAUX	Pages
Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques d'un sol de Farako-Bâ.....	25
Tableau 2 : Liste des traitements principaux.....	27
Tableau 3 : Doses d'engrais apportées selon les cultures.....	28
Tableau 4 : Rendements en graine et paille de sorgho (année 1998).....	33
Tableau 5 : Effets des différents précédents culturaux sur les rendements en graines et paille de sorgho après six ans de culture (1998).....	34
Tableau 6 : Rendement (kg/ha) en graine et tige de cotonnier (année 1998).....	37
Tableau 7 : Effets des différents précédents culturaux sur les rendements en grains et tige de cotonnier (année 1998).....	38
Tableau 8 : Rendements en graines et fane d'arachide (année 1998).....	41
Tableau 9 : Effets des précédents culturaux sur les rendements en graine et fanes d'arachide.....	42
Tableau 10 : Rendement (kg/ha) du sorgho en fonction du type de fumure (année 1998).....	44
Tableau 11 : Effet du type de sur les rendements en graines et pailles du sorgho (année 1998).....	45
Tableau 12 : Rendement du cotonnier en fonction du type de fumure (année 1998).....	47
Tableau 13 : Effet de la fumure sur la production graine et matière sèche du cotonnier.....	48
Tableau 14 : Rendement en graine et fane d'arachide en fonction du type de fumure (année 1998).....	51
Tableau 15 : Effets de la fumure sur la production des graines et fanes d'arachide.....	52
Tableau 16 : Influence de la rotation sur les propriétés chimiques du sol.....	57
Tableau 17 : Influence de la rotation sur la teneur en éléments minéraux du sol.....	60
Tableau 18 : Influence de la fumure sur les propriétés chimiques du sol.....	64
Tableau 19 : Influence de la fumure sur la teneur en éléments minéraux du sol.....	67

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

F.A.O :	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
I.R.C.T :	Institut de Recherche sur le Coton et les Textiles exotiques.
I.R.H.O :	Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux.
BUNASOLS :	Bureau National des Sols
S.A.S :	Statistical Analysis System
S.I.G :	Système d'Information Géographique
I.N.E.R.A :	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles.
C.N.R.S.T :	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
I.D.R :	Institut du Développement Rural.
U.P.B :	Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.

LISTE DES FIGURES

FIGURES	Pages
Figure 1 : - Pluviométrie et nombre de jour de pluie durant la période de l'expérimentation	22
Figure 2 : - Evolution de la pluviométrie mensuelle à Farako-Bâ en 1998	22
Figure 3 : - Evolution de l'humidité relative de l'air et de la température moyenne mensuelle à Farako-Bâ en 1998	23
Figure 4 : - Rendement en graine de sorgho en fonction de la rotation (année 1998)	34
Figure 5 : - Rendement en paille de sorgho en fonction de la rotation (année 1998)	36
Figure 6 : - Rendement coton graine en fonction de la rotation (année 1998)	38
Figure 7 : - Rendement matière sèche du cotonnier en fonction de la rotation (année 1998)	39
Figure 8 : - Rendement graine d'arachide en fonction de la rotation (1998)	40
Figure 9 : - Rendement fane d'arachide en fonction de la rotation (année 1998)	43
Figure 10 : - Rendement sorgho graine en fonction du type de fumure (1998)	44
Figure 11 : - Rendement matière sèche de sorgho en fonction du type de fumure (année 1998)	46
Figure 12 : - Rendement coton graine en fonction du type de fumure (année 1998)	48
Figure 13 : - Rendement matière sèche du cotonnier en fonction du type de fumure (année 1998)	50
Figure 14 : - Rendement en graine d'arachide en fonction du type de fumure (année 1998)	52
Figure 15 : - Rendement en fane d'arachide en fonction du type de fumure(année 1998)	53
Figure 16 : - Effet de la rotation culturale sur la teneur en carbone total du sol	57
Figure 17 : - Effet de la rotation culturale sur la teneur en azote total du sol	58
Figure 18 : - Effet de la rotation culturale sur le pH du sol	59

Figure 19 : - Effet de la rotation culturale sur la teneur en P total du sol	59
Figure 20 : - Effet de la rotation culturale sur la teneur en P. assimilable du sol	60
Figure 21 : - Effet de la rotation culturale sur la teneur en K. total du sol	61
Figure 22 : - Effet de la rotation culturale sur la teneur en K. disponible du sol	62
Figure 23 : - Effet de la fumure sur la teneur carbone total du sol	64
Figure 24 : - Effet de la fumure sur la teneur en azote total du sol	65
Figure 25 : - Effet de la fumure sur le pH du sol	66
Figure 26 : - Effet de la fumure sur la teneur en P. total du sol	67
Figure 27 : - Effet de la fumure sur la teneur en P. assimilable du sol.	68
Figure 28 : - Effet de la fumure sur la teneur en K. total du sol	69
Figure 29 : - Effet de la fumure sur la teneur en K. disponible du sol.	70

RESUME :

L'incidence des systèmes de culture sur la productivité du sol a été étudiée en comparant dans un premier temps les niveaux de rendements des cultures sous culture continue de sorgho et sous rotation (Sorgho-Cotonnier-Arachide ; Sorgho-Arachide-Cotonnier) avec ou sans fumure. Ensuite, les différentes teneurs en matière organique et éléments minéraux des sols cultivés ont été comparées à celles d'un sol sous jachère de longue durée. Le sol concerné est un sol faiblement ferrallitique, sablo-limoneux.

Par rapport à la culture continue de sorgho, les systèmes de rotation culturale avec ou sans restitutions, entraînent une amélioration nette des rendements du sorgho quel que soit le paramètre mesuré (grain ou paille).

L'apport de la fumure minérale associée aux fumures organiques (surtout au fumier) ou à la dolomie induit une augmentation significative des rendements de culture.

Comparativement à un sol sous jachère de longue durée, les sols cultivés montrent une baisse du niveau organique et de certains éléments minéraux comme le potassium. La fumure minérale combinée à la dolomie entraîne une élévation du pH, tandis qu'avec la combinaison fumure minérale et fumier, le relèvement du pH est identique à celui observé sous la jachère. Par ailleurs, en dehors de la jachère, seul l'apport d'une fumure organo-minérale permet une augmentation de la teneur en stock organique du sol, cependant, c'est après l'apport combiné du fumier et de la fumure minérale qu'on observe un enrichissement du sol en éléments minéraux.

Pour ce sol, l'amélioration de sa fertilité est liée à la gestion de la matière organique et du pH du sol.

Mots clés : sol, rotation, fumure, culture, rendement, fertilité.

INTRODUCTION GENERALE

L'Afrique soudano-sahélienne est l'une des régions du monde où la poussée démographique est l'une des plus rapide (BARBIER et CATTIN.,1994), avec une croissance de la production agricole inférieure à celle de la population (AFRIQUE AGRICULTURE, 1999). Selon KEBE et HILHORST, (1995) et BATIONO *et al.*,(1995), le taux de croissance annuel est de 3 %. Pour faire face à ce problème au prochain millénaire il est important de:

- augmenter rapidement la production agricole ;
- lutter contre la dégradation des sols cultivés et de l'environnement en voulant atteindre cet objectif de production accrue par rapport aux besoins (AKANVOU, 1995).

En zone soudano-sahélienne et particulièrement en Afrique de l'ouest, la réponse la plus couramment observée à l'accroissement de la population rurale est l'extension des surfaces cultivées (MILLEVILLE et SERPANTIER, 1994; DOSSOU, 1980a; MAGASSA et COULIBALY, 1994). Au Sud-Mali, la croissance des surfaces cultivées entre 1982 et 1985 est estimée à 7 % par an (MAGASSA et COULIBALY, 1994). Selon cet auteur, étant donné que seule la jachère de longue durée permet la restitution aux sols des éléments nutritifs, il faut, pour éviter l'épuisement de la fertilité des sols dans le système traditionnel respecter une surface de jachère quatre fois plus grande que la surface cultivée. Au Burkina Faso, environ 10 % de la superficie totale du territoire (2,8 millions d'hectares) sont cultivés chaque année (F.A.O, 1986). Avec une telle pression, la pratique de la jachère est donc vite limitée, et la reconstitution naturelle de la fertilité des sols compromise. La tendance actuelle est à la raréfaction des jachères de longues durées.

Les terres sont pour la plupart soumises à des systèmes de production de types " miniers ", où l'exportation d'éléments nutritifs du sol sans restitution est la règle d'or. Cette situation entraîne ainsi, un appauvrissement chimique, physique, et biologique du sol.

Au Burkina, comme dans la zone soudano-sahélienne, la problématique de l'agriculture se pose en terme de productivité et de durabilité des systèmes de production (LOMPO *et al.*, 1993). Parmi les contraintes liées à la production agricole, l'insuffisance de la pluviosité, la pression parasitaire, les pratiques

culturelles inappropriées, le faible niveau de fertilité du sol et d'utilisation des engrais par les paysans demeurent les plus déterminantes (BATIONO *et al.* 1995).

Alors, la mise en place des systèmes de culture adéquats qui devront être capables de préserver les sols cultivés d'une éventuelle dégradation tout en assurant une productivité acceptable et durable s'avère indispensable.

Parmi les différentes possibilités, l'intensification de l'agriculture semble être une voie incontournable. Face à cette situation, la recherche agricole au Burkina Faso préconise l'adoption de rotations rationnelles céréales/légumineuses et l'utilisation d'engrais minéraux avec une restitution des résidus de récolte.

Mais les difficultés d'enfouissement des résidus de récolte des exploitations paysannes ainsi que l'effet dépressif des pailles du sorgho sur les rendements observé par GANRY *et al.*, (1978) et SEDOGO (1981) a conduit la recherche à valoriser ces résidus de récolte en compost ou en fumier.

De nombreuses données sur la connaissance des sols par rapport aux différents modes de gestion existent déjà au niveau de la recherche agronomique en station et très peu pour le cas de l'agriculture paysanne (BACYE, 1993). Ces travaux ne peuvent être extrapolés en milieu rural, mais sont indispensables pour la conception d'un système de culture capable de maintenir et même d'améliorer la fertilité du sol et de " remplacer " la pratique de la jachère.

La présente étude a pour but d'évaluer l'effet de différents systèmes de culture (rotation, type de fumure) sur l'évolution de la fertilité chimique de sol et les rendements des cultures.

Le présent mémoire s'articule en trois principales parties:

- un premier chapitre consacré à une analyse bibliographique;
- un second chapitre, qui présente le cadre et la méthodologie adoptée pour atteindre l'objectif de notre étude;
- enfin, un troisième chapitre qui présente les résultats.

CHAPITRE 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES SYSTEMES DE CULTURE ET L'EVOLUTION DE LA FERTILITE DU SOL.

1.1 SYSTEMES DE CULTURE.

1.1.1 Définition

Un système de culture, selon LACROIX (1995) citant Sebilotte, se définit comme étant un ensemble de modalités techniques mises en œuvre sur une parcelle traitée de manière identique. Ce système est défini par la nature des cultures, leur ordre de succession et les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures.

L'IRCT (1981) définit le système de culture comme un ensemble cohérent dans lequel interviennent les facteurs naturels et agricoles.

De ces deux définitions on peut définir le système de culture comme étant la combinaison des différents facteurs de production végétale.

1.1.2 Présentation de quelques systèmes de culture rencontrés au Burkina Faso.

Les travaux réalisés par SEGUY *et al.* (1996) présentent un exemple de matrice des systèmes de culture dont les composantes principales se retrouvent dans les modes de gestion des sols et des cultures (variétés, intrants, rotation et mode de travail du sol).

1.1.2.1 Systèmes traditionnels.

Pour HIEN *et al.* (1994), les systèmes traditionnels sont de type " minier ". Ils se caractérisent par une exportation des résidus de récolte destinés à des usages multiples, l'absence d'apport d'engrais et la pratique de la jachère de longue durée.

Avec un accroissement démographique annuel proche de 2,5 % (BARBIER et CATTIN., 1994), ces systèmes traditionnels subissent une évolution dans l'espace (le nomadisme cultural) et dans le temps, au niveau de leurs composantes principales.

1.1.2.2 Les systèmes basés sur le degré d'intensification.

Ces systèmes sont surtout rencontrés dans les stations de recherche, et ont fait l'objet d'une classification par PIERI (1989).

1.1.2.2.1 Les systèmes de culture manuelle à faible intensification.

Pour cet auteur, ces systèmes sont la première étape dans le processus d'intensification classiquement appliqué dans la zone soudano-sahélienne. Ils se caractérisent par:

- une faible intensité culturale liée à la pratique de la jachère;
- l'application de très faibles doses d'engrais minéraux réservés à la culture de rente avec utilisation de matière organique (fumier);
- le maintien des techniques et outils traditionnels;
- l'emploi des semences de meilleure qualité, parfois sélectionnées.

1.1.2.2.2 Les systèmes de culture manuelle intensifiée.

Ils sont la transition entre une agriculture itinérante et une agriculture " fixée " (intensive). Ils se caractérisent par:

- une rotation des cultures sans jachère;
- une fertilisation minérale plus forte;
- un meilleur contrôle des mauvaises herbes nuisibles à la culture de rente;
- le maintien traditionnel de préparation, d'utilisation du sol et des résidus de récolte.

1.1.2.2.3 Les systèmes de culture mécanisée à traction animale.

Ce sont des systèmes qui intègrent les activités d'élevage sur toutes ses formes à celles de l'agriculture. Ces systèmes possèdent toutes les caractéristiques à but intensif (forte fumure minérale, meilleur contrôle des mauvaises herbes et maladies,...); la traction animale est uniquement utilisée pour le labour et parfois l'enfouissement des pailles ou le semis. De plus, l'utilisation de la fumure organique en complément ou non à la fertilisation minérale en est une variante importante.

1.1.2.3 Les systèmes basés sur la disposition spatiale des champs et la présence ou non des restitutions organiques dans le système de culture.

Ces systèmes qui se rencontrent en milieu paysan ont fait l'objet de quelques travaux (SEDOGO, 1981 ; AMBOUTA *et al.*, 1998 ; et KAMBIRE, 1994).

1.1.2.3.1 Les systèmes de culture de case.

Ils se caractérisent par la permanence des cultures. Le maïs, dans la plupart des cas est l'une des principales cultures avec le sorgho rouge qui est souvent associé au piment, à l'aubergine, au tabac et au sorgho blanc. Les champs de maïs, en raison de leur disposition dans l'environnement immédiat des habitations, bénéficient de plus d'apports de matière organique (ordures ménagères, fumier, compost...) et minérale (cendre uniquement). Les résidus de récolte sont quasiment exportés et le reste est brûlé lors du nettoyage des champs.

1.1.2.3.2 Les systèmes de culture de village (champs intermédiaires).

Contrairement au système de culture de case, ces systèmes sont situés à plus de 100m des habitations. Ils se caractérisent aussi par l'exploitation continue des champs mais on note tout de même la présence de jachère dont la fréquence augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne des habitations. Dans ces

systèmes, les principales spéculations sont le sorgho, l'arachide et le cotonnier alors que le pois de terre, le niébé, le sorgho blanc sont des cultures secondaires. Les résidus de récoltes sont également exportés et le reste est brûlé ou pâturé par les animaux.

1.1.2.3.3 Les systèmes de culture de brousse (champ de brousse).

Les champs de brousse sont théoriquement situés autour du village et exploités individuellement ou collectivement ; le sorgho et le mil sont des principales cultures et sont souvent associées au niébé. L'utilisation de la fumure organique est nettement plus faible par rapport aux systèmes de culture précédents. La mise en jachère ou plutôt l'abandon du champ est lié plus à une contrainte ponctuelle (enherbement...) qu'à un besoin de laisser reposer le sol pour restaurer la fertilité. On observe toujours une exportation des résidus de récolte sans restitution d'éléments nutritifs.

Dans ces trois systèmes on observe la pratique de la lutte anti-érosive par l'installation des diguettes (cordons pierreux, diguettes en terre, bandes enherbées d'*Andropogon gayanus*) dont l'importance varie au fur et à mesure que l'on s'éloigne des habitations.

1.1.2.3.4 Système de culture avec ou sans restitution de matière organique.

Ces restitutions peuvent se faire selon deux modalités :

- restitutions organiques par voie naturelle (jachère de longue durée) ;
- restitutions organiques par des apports réguliers d'amendements organiques au sol. Selon KAMBIRE (1994), la matière organique apportée est sous forme de compost et généralement de qualité moindre.

Pour les systèmes de culture sans restitutions de matière organique, ils se caractérisent principalement par l'absence de toute forme d'apport organique en dehors des restitutions obligatoires que sont les racines de culture.

1.1.2.4 Les systèmes basés sur la technique de semis direct et les plantes de couverture.

Ces systèmes de culture récents sont nés de l'observation des écosystèmes forestiers (SEGUY *et al.*, 1996). Ils se sont développés très rapidement dans certains pays comme le Brésil et Madagascar (CHARPENTIER, 1998). Au Burkina Faso, ces systèmes sont encore à l'étape embryonnaire au niveau de la recherche. Les systèmes de semis direct et les plantes de couverture se caractérisent selon CHARPENTIER (1998) par des semis directs sur couverture végétale. Ils nécessitent que le sol soit continuellement couvert et suppose que le sol ne soit plus travaillé (seulement à l'emplacement des semis). Pour cet auteur, la couverture est assurée de deux manières différentes: soit en produisant la biomasse dans la parcelle cultivée, soit en transférant de la biomasse du milieu environnant sur la parcelle de culture. Il n'existe que deux principaux systèmes.

1.1.2.4.1 Les systèmes en culture continue où la parcelle est cultivée tous les ans.

Dans ce cas, la couverture est assurée par les résidus de récolte et la biomasse des plantes installées pour une campagne à l'intérieur de la culture (*Mucuna*, *dolique...*). Quand la couverture est assurée par le transfert de la biomasse du milieu environnant (*Andropogons*) sur la parcelle de culture, elle est épandue régulièrement sur le sol avant le semis ou après la levée entre les lignes de semis.

1.1.2.4.2 Les systèmes alternant plantes de couverture et culture.

La plante de couverture est installée en dérobée dans une culture et laissée ensuite en végétation l'année suivante et parfois plusieurs années. Quand la plante de couverture reste en place pendant plusieurs années (*Pueraria p.*, *Brachiaria r.*, *Stylosanthes h.*), elle peut être pâturée sans excès ou utilisée comme fourrage en saison sèche.

1.1.2.5 Les systèmes de culture basés sur la position topographique des champs.

Ces systèmes de culture ont été étudiés par BACYE (1993) dans le nord du Burkina. Par rapport à la situation topographique, cet auteur a classé en trois catégories ces systèmes de culture.

1.1.2.5.1 Les systèmes de culture sur sol de mi-pente.

Il est caractérisé par l'instauration d'une jachère après 10 à 15 années de culture de mil. Il est travaillé selon le système de culture de brousse. Les parcelles en culture continue de mil se distinguent par la pratique ou non du labour et/ou de la fumure organique, des aménagements antiérosifs (cordons pierreux). Les résidus de récolte restent sur les parcelles où ils sont pâturés par des animaux pendant la saison sèche.

1.1.2.5.2 Les systèmes de culture sur sol de bas de pente.

Le champ se trouve dans l'aire habitée. Le sol est travaillé selon les systèmes de culture de case. La jachère existe dans de tel système mais est de très courte durée. Ce système se caractérise par une culture continue de mil, le niébé y est parfois associé. On note une utilisation de la fumure organique (fumier de petits ruminants, fientes de volaille et déchets de cuisine, déjection du bétail) tous les deux ou trois ans. Le labour est pratiqué à la charrue en traction animale.

1.1.2.5.3 Système de culture sur sol de bas fond.

Ce système de culture se caractérise par une rotation du type sorgho-jachère. La culture du sorgho est conduite dans ce cas sans labour sans apport de fumure ni d'aménagement antiérosif.

1.2 PROBLEMATIQUE DE LA FERTILITE

1.2.1 Définition de la fertilité.

La notion de fertilité sur un plan purement agronomique peut être définie comme étant l'aptitude à produire d'un milieu (PIERI, 1989). Sebilotte, cité par PIRAUX *et al.* (1997) considère la fertilité comme une " construction sociale " qui va intégrer les composantes socio-économiques en plus des facteurs agropédoclimatiques. Pour Barbier, cité par SOLTNER (1986), la fertilité d'un sol sous son climat se mesure à l'abondance des récoltes qu'il porte lorsqu'on lui applique les techniques agricoles qui lui conviennent le mieux. Elle dépend de deux facteurs: les facteurs naturels (sol, climat) et les techniques culturales. PIERI (1989) et CHAMINADE (1965) parlent de la fertilité " actuelle " et de la fertilité " potentielle " d'un sol. La fertilité actuelle est évaluée par les récoltes que donne le sol dans son état actuel et la fertilité potentielle correspond à la production obtenue lorsque les facteurs modifiables par l'action de l'homme sont amenés à l'optimum. Rusch, cité par SOLTNER (1986) assimile à la notion de fertilité celle de la " fécondité du sol " qui est l'aptitude du sol à produire toute la chaîne alimentaire allant des micro-organismes à l'homme, en passant par la plante et l'animal, et ceci, pendant des générations.

De toutes ces définitions, on retiendra celle proposée par SOLTNER (1986) qui définit la fertilité d'un sol comme étant la résultante de ses bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques (vie microbienne).

1.2.2 Fertilité physique.

La fertilité physique d'un sol représente l'ensemble de ses bonnes propriétés physiques (aération, travail facile, humidité...). Elle dépend de sa topographie, de sa profondeur, de la disposition de ses horizons et de sa texture (SOLTNER, 1986).

Pour DELOMON (1968), l'état structural et la capacité de rétention de l'eau constituent les facteurs physiques essentiels de la fertilité des sols. La structure d'un sol constitue le mode d'assemblage des différents constituants minéraux et

organique et influence directement les différentes propriétés du sol et le développement des êtres vivants qui s'y trouvent. Les sols des zones tropicales sèches ont des structures fragiles (BOYER, 1983) et seule la structure grumeleuse est à rechercher à cause de ses multiples avantages (SOLTNER, 1986).

1.2.3 Fertilité chimique.

La fertilité chimique représente le bon fonctionnement des mécanismes de fixation et d'échange des substances nutritives (N, P, K, matière organique...) entre le sol et la plante d'une part et entre la phase solide et liquide du sol de l'autre. Plusieurs travaux (SEGALEN, 1973; PIERI, 1976; BOYER 1976; VAN DER POL, 1990; BADO *et al.* 1997) ont montré que ces mécanismes de fixation et d'échange d'éléments nutritifs étaient généralement influencés par le pH du sol. C'est ainsi que SEGALEN (1973) et BOYER (1976) ont montré que la toxicité aluminique ne se manifeste qu'à partir d'un pH voisin de 5,5. Et à partir de ce pH, apparaît l'aluminium échangeable et sa toxicité ne devient nette que lorsqu'il sature à plus de 30% la capacité d'échange cationique du sol (TRINH, 1976; BOYER, 1976). Selon PIERI (1976); l'acidification des sols cultivés est due principalement à trois causes:

- le lessivage naturel des terres (surtout en région pluvieuse);
- la mise en culture et l'insuffisance des restitutions minérales;
- l'application de certains engrais favorise elle aussi le processus d'acidification.

Le suivi de l'évolution de la fertilité des sols à partir de l'évaluation de la fertilité chimique a fait l'objet de plusieurs travaux (SIBAND, 1974; SEDOGO, 1981; PIERI 1985 ; 1989). Ainsi, les modèles des bilans minéraux et organiques (PIERI, 1985, 1989) constituent à ce titre un instrument de suivi de la fertilité chimique.

Ces travaux s'expliquent par le fait que le rendement des cultures et la richesse chimique du sol sont le plus souvent liés (PIERI, 1989). Cependant, cette richesse chimique est susceptible d'être modifiée en fonction des systèmes de culture adoptés. En effet, la variation du stock de matière organique paraît être la première composante qui intervient dans l'évolution de la fertilité des sols. Pour PIERI

(1985), le maintien de la fertilité passe principalement par le contrôle de leur statut organique à cause des multiples rôles et fonctions joués par la matière organique.

Malgré ces avantages, la matière organique peut présenter quelque fois des effets défavorables:

- l'immobilisation de l'azote a un effet négatif sur la variation du stock de matière organique en première année d'enfouissement à cause du processus de surminéralisation (PIERI, 1989). La fumure azotée atténue cette surminéralisation;

- les effets toxiques des produits issus de la fermentation réductrice en anaérobiose ou bien des produits toxiques contenus dans les ordures ménagères (RCS-SAHEL et ABN, 1991).

1.2.4 Fertilité biologique

La fertilité biologique d'un sol résulte principalement de l'activité biologique due à la présence de plusieurs groupes d'êtres vivants (macrofaune, mésofaune, micro-organismes et racines des plantes). Les travaux de SOLTNER (1986) et MOREL (1989) montrent que l'activité biologique intervient dans la fertilité du sol (amélioration des propriétés physiques et influence sur le stock d'éléments minéraux assimilables). SWIFT et SANCHEZ (1984) expliquent le rôle des processus biologiques du sol dans la productivité végétale à partir du cycle de l'azote. Les micro-organismes, après l'intervention de la macrofaune, libèrent les éléments minéraux au cours de la minéralisation de la matière organique. Les actions microbiennes sont nombreuses et VILAIN (1993) les regroupe en quatre rubriques:

- la transformation des matières organiques et des substrats minéraux;
- la biosynthèse de l'humus;
- les actions spécifiques comme la fixation biologique de l'azote, la dénitrification;
- les actions diverses (modification du pH, rôle sur la structure du sol, etc.).

Selon cet auteur, l'ensemble des micro-organismes présente une capacité de dégradation, de transformation et de synthèse considérable : c'est la fertilité biologique.

1.2.5 Méthode d'évaluation de la fertilité des sols.

D'une façon générale, l'évolution de la fertilité du sol cultivé peut être appréciée en évaluant à un moment donné sur la parcelle soit les rendements soit les bilans minéraux et organiques.

1.2.5.1 Evaluation des rendements.

On peut utiliser le rendement d'une culture comme étant une variable instantanée en série chronologique, pour rendre compte du niveau de fertilité d'un sol ou de l'évolution de sa productivité (PIERI, 1989).

L'utilisation de cette variable est basée sur la relation qui existe entre la croissance végétale et la fertilité du milieu. L'appréciation de l'évolution de la fertilité du sol suppose l'existence de nombreuses données en série chronologique sur une même parcelle ayant fait l'objet des techniques culturales plus ou moins homogènes. Or, la disponibilité de telles données n'est pas toujours évidente. De plus, l'élaboration du rendement intègre de nombreux autres paramètres qui ne sont pas directement liés à la fertilité du sol. Cette situation rend difficile la contribution de la fertilité du sol dans l'évolution des rendements. L'établissement d'une relation entre le rendement et la fertilité du sol présente des limites rendant ainsi l'usage de cette variable très approximatif (PIERI, 1989).

1.2.5.2 Bilans minéraux.

Les bilans minéraux permettent d'apprécier le devenir des éléments nutritifs disponibles pour les cultures, les fractions organiques et les réserves minérales du sol. L'établissement de ces bilans tient compte des pertes dues aux flux internes et des gains dus aux flux externes dont ces trois sous-ensembles font l'objet (PIERI, 1985). Ces bilans sont généralement réalisés à l'échelle de la parcelle et sur une période d'une succession culturale en comparant les différents termes du bilan considérés dans le système sol-plante. Pour PIERI (1985, 1989), les termes du bilan minéral des systèmes de culture sont donc ces flux d'entrée et de sortie d'éléments minéraux, dont la somme algébrique, selon qu'elle est nulle, négative

ou positive, traduira un maintien, une dégradation ou une amélioration de la richesse minérale du sol. Ces bilans peuvent être établis pour l'ensemble des éléments nutritifs. Mais dans le cas de l'azote, il est difficile à établir en raison de la dynamique de cet élément qui est intimement lié à celle de la matière organique.

Les systèmes de culture influencent les entrées et les sorties d'éléments minéraux dans le sol cultivé. Le bilan permet ainsi donc d'évaluer à moyen ou long terme l'évolution de la fertilité chimique du sol.

Cependant, des difficultés résident toujours pour l'établissement des bilans minéraux: la mesure correcte de chacun des termes du bilan d'une part et d'autre part, la confrontation des résultats de bilan avec ceux que l'on obtient par une analyse comparative des stocks minéraux et organiques du sol entre le moment de la mise en culture et la fin d'une rotation (PIERI, 1985). En effet, la non disponibilité des données sur les pertes par érosion, ruissellement, lixiviation, volatilisation limite dans la pratique la réalisation de ces bilans.

Par ailleurs, à défaut de pouvoir réaliser les bilans minéraux, PIERI (1989) propose de suivre la variation des stocks minéraux par des analyses de sols effectuées régulièrement pour apprécier l'évolution de la fertilité du sol.

1.2.5.3 Bilans organiques.

Le maintien de la fertilité des sols passe avant tout par celui de leur statut organique et azoté (PIERI, 1985,1989; SEDOGO, 1981 ; HIEN *et al.*, 1993). La matière organique évolue rapidement après la mise en culture en fonction des modes de gestion de la fertilité. Elle constitue à ce titre le critère le plus sensible de l'évolution des sols cultivés.

La méthode des bilans organiques est comparable à celle du bilan minéral. Le bilan organique se fait en comparant les gains et les pertes à l'échelle d'une parcelle ou d'une exploitation.

Les gains sont constitués par les résidus de récolte non exportés et des apports de fertilisants organiques (compost, fumier, etc.). Les pertes de matière organique enregistrées sont dues principalement à l'activité minéralisatrice des microorganismes du sol d'une part et d'autre part, aux pertes mécaniques par

érosion du sol. L'activité biologique dans le sol est déterminée par le coefficient annuel de minéralisation (k). Il est de 4,7 % dans un sol sableux et de 2 % dans les sols limoneux-sableux (PIERI, 1989). Pour cet auteur, un sol cultivé perd la moitié de son stock organique en 68 ans lorsque la valeur k est égale à 1%, en 22 ans pour une valeur de 3% et en 11 ans pour des valeurs proches de 6%.

Selon le système de culture pratiqué, la teneur du sol en matière organique peut augmenter ou baisser. Le bilan organique permet donc de savoir si le système de culture appauvrit ou enrichit le sol en matière organique. Une fois de plus, à défaut du bilan organique, on utilise la méthode de suivi des teneurs en matière organique par des analyses d'échantillons de sol réalisées régulièrement sur une même parcelle aux mêmes périodes de l'année. Ceci pour apprécier l'évolution de la fertilité du sol.

1.3 SYSTEMES DE CULTURE ET FERTILITE DES SOLS.

L'évolution de la fertilité des sols mis en culture est sous l'influence de trois principaux facteurs:

- les facteurs climatiques: les pluies et les vents responsables respectivement de la lixiviation des éléments minéraux de l'érosion hydrique et de l'érosion éolienne. Les températures élevées favorisent la minéralisation rapide de la matière organique pendant la période humide. Les fortes évaporations entraînent une dessiccation du sol;
- la nature du sol: l'action des facteurs climatiques sur le sol peut être fonction de la nature de celui-ci. La plupart des sols de la région soudano-sahélienne ont une composition texturale qui va généralement de sableuse à sablo-argileuse avec une fraction argileuse à dominance de kaolinite (PIERI, 1989). Ainsi, CHARREAU (1972) et BOYER (1983) ont pu montrer que la plupart de ces sols ont une faible stabilité structurale et une faible richesse chimique;
- les systèmes de culture: les systèmes de culture jouent un rôle important dans l'évolution de la fertilité des sols. Pour BOYER (1983), lorsque les systèmes de culture ne peuvent pas assurer une couverture suffisante au sol (sol nu) ou bien

l'épuisent par surexploitation (exportations supérieures aux restitutions), ceci l'expose aux actions des différents agents climatiques. De plus, FAUCK *et al.* (1969) montrent que l'ensemble des composantes de la fertilité du sol est modifié par les pratiques culturales auxquelles elles sont soumises.

1.3.1 Influence des systèmes de culture sur la fertilité physico-chimique.

Toute activité agricole entraîne à plus ou moins brève échéance une modification des caractères des sols où elle s'exerce (PIERI, 1989). Pour suivre l'influence des systèmes de culture sur la fertilité physico-chimique des sols plusieurs travaux ont comparé l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des sols cultivés avec celle des sols restés sous végétation naturelle.

1.3.1.1 Influence des systèmes de culture sur la fertilité physique.

COINTEPAS et MAKILO (1982) ont comparé les profils pédologiques d'un certain nombre de sols cultivés pendant 45 ans à des profils de sols restés sous végétation naturelle. Les résultats de cette étude montrent une baisse très sensible (30 %) de la macroporosité et une diminution de la stabilité structurale des sols cultivés. MOREAUX (1984) et PIRAUX *et al.* (1997) ont comparé l'effet des systèmes de culture extensifs traditionnels (manuels) avec les systèmes de culture intensifiés (mécanisés) sur les caractères morphologiques des sols. Il ressort de ces travaux que l'état structural est le plus fortement et rapidement affecté par la culture mécanisée alors que le système traditionnel le modifie peu.

Par contre, CHARPENTIER (1998) montre que les systèmes de culture avec semis direct sous couverture végétale permettent de créer une structure stable et une forte macroporosité grâce à la colonisation profonde du sol par les systèmes racinaires puissants.

De tous les paramètres physiques du sol, la structure semble la plus soumise à l'effet des systèmes de culture.

1.3.1.2 Influence des systèmes de culture sur la fertilité chimique.

Les travaux de SIBAND (1972,1974), BACYE (1993) et SIBIRI *et al.* (1995) qui ont porté respectivement sur les parcelles cultivées d'âges différents, sur des sols en culture continue et sur la dégradation des sols en culture minière ont montré, une baisse du taux de matière organique, des teneurs en azote minéralisable, de la capacité d'échange cationique dans les sols sous culture comparativement au sol sous végétation naturelle et l'ampleur de ces baisses est fonction de la durée de mise en culture. Cette chute de fertilité chimique est plus importante durant les 2 à 3 premières années de mise en culture (BOYER, 1970) et s'accompagne d'une acidification suivie de différentes toxicités (BOYER 1983 ; PIRAUX *et al.*, 1997).

Cependant, CHARPENTIER (1998) montre que les systèmes de culture avec semis direct sur couverture végétale entraîne une amélioration des propriétés chimiques des sols:

- amélioration du bilan minéral par la fixation de l'azote atmosphérique (légumineuse de couverture), déblocage d'éléments rétrogradés, complexation de l'aluminium avec les acides organiques et l'azote nitrique.
- augmentation du taux de matière organique dans l'horizon superficiel du sol.

De même, les caractéristiques physiques subissent une amélioration dans les systèmes de culture comportant une fumure organique régulière et importante ou une jachère de longue durée. BACYE (1993) conclut que le niveau de stock de matière organique du sol est fonction de l'importance des restitutions.

Pour HIEN *et al.*, (1994); BADO *et al.*, (1997); DAKOUO *et al.*, (1995), les champs les mieux pourvus ou bien les moins pauvres en matière organique procurent à la fois les rendements les plus élevés et les plus stables malgré les aléas climatiques. Car, l'action de la matière organique est fondamentale dans la gestion de la fertilité comme l'ont démontré les travaux de SEDOGO (1981), PICHOT *et al.* (1981) et PIERI (1989). Le fumier enrichit superficiellement le sol en phosphore et en potassium échangeables tandis que ses effets pour le parcage se manifestent jusqu'en profondeur (DIOUF, 1990).

1.3.2 Influence des systèmes de culture sur la fertilité biologique.

La fertilité biologique d'un sol résulte principalement de l'activité biologique des micro-organismes. Ces micro-organismes (bactéries, actinomycètes, champignons) du sol puisent leur énergie et leurs nutriments de la dégradation de la matière organique et par la même occasion assurent principalement la nutrition azotée des cultures.

Le remplacement d'un couvert de savane herbacée par une culture annuelle, quel que soit le degré d'intensification atteint, induit, en conditions pluviales, des déséquilibres dont les sols portent la marque dans leurs constituants minéraux et vivants. Les travaux de FAUCK *et al.* (1969); et FELLER, (1977); KAMBIRE, (1994) montrent que la mise en culture d'une terre en friche accroît l'activité biologique microbienne. La mise en culture accélère la minéralisation de la matière organique. FELLER (1977) conclut que la " chute des teneurs en carbone, les premières années de mise en culture n'est pas liée seulement à la non restitution des résidus des végétaux, mais aussi à une augmentation de la biodégradabilité de la matière organique ". Lal (1987) cité par PIERI (1989) montre que la culture annuelle en sol travaillé provoque la réduction de la mésofaune et de la macrofaune des sols. PIERI (1989) en se basant sur une étude non publiée de Chopart (1982) sur la culture de maïs, signale que si l'alternative d'une monoculture céréalière en travail minimal du sol n'est pas la plus intéressante agronomiquement et économiquement, elle montre au moins que la mise en culture avec des méthodes assez intensives contrarie l'activité de la macrofaune et de la mésofaune. WEY et OBATON (1978) montrent qu'au Sénégal l'amélioration d'activité fixatrice de l'arachide par le labour est vraisemblablement liée à l'extension des nodosités plus nombreuses et mieux réparties dans les premiers horizons du sol labouré.

1.3.3 Synthèse des principaux résultats sur les systèmes de culture et la fertilité des sols.

Sur le plan agronomique, le type de travail du sol, avec la rotation culturale et la fertilisation apparaissent comme étant les principaux facteurs déterminants de la production de matière sèche et de la stabilité des rendements.

Plusieurs auteurs (WEY *et al.*, 1978; PIERI 1989; BERRADA et GANDAH 1994; ENDONDO 1995; SEGUY *et al.*, 1996) ont montré l'importance du travail du sol dans l'amélioration de la structure du sol et dans l'accroissement des rendements. L'effet direct du labour sur l'accroissement des rendements est variable selon les espèces végétales. Chopart (1981) et Nicou (1977) cités par PIERI (1989) observent que le labour contribue à augmenter en moyenne de 20 % les rendements en sorgho, arachide, et coton. Cette augmentation peut atteindre 50 % et 100 % respectivement pour le maïs et le riz pluvial. Dans certaines conditions, il présente des contraintes non négligeables à la bonne croissance des plantes comme la compaction du sol.

Les billons cloisonnés provoquent une augmentation des rendements de 53% par rapport au semis à plat, alors que les billons simples entraînent une hausse des rendements de l'ordre de 11% par rapport au semis à plat d'une culture d'arachide (ENDONDO, 1995).

L'intégration des rotations culturales à base des légumineuses fixatrices d'azote dans les systèmes de culture a fait l'objet de plusieurs études. Pour PIERI (1989) ; BUERKERT *et al.*, (1997), les rotations céréales/légumineuses (coton-coton-sorgho-arachide ; coton-arachide-sorgho) présentent des rendements stables qui peuvent même augmenter dans certaines conditions. PICHOT *et al.* (1981) ; ENDONDO (1995) ; et KOUYATE (1997) ont observé une baisse brutale des rendements du sorgho en monoculture continue tandis que les rotations sorgho-coton ou sorgho légumineuse améliorent sinon atténuent la chute des rendements. Ces auteurs ont obtenu en moyenne plus de 40% d'augmentation de rendement par rapport au sorgho continu. SENE (1997) constate que le sorgho rend le sol inapte à la culture de l'arachide à cause du phénomène d'allélopathie bien connu du sorgho. Cette situation peut être une contrainte non négligeable dans l'intégration du sorgho à tout système contenant de l'arachide. Pour PIERI (1973) le type de rotation a une influence très nette sur les rendements. EAGLESHAM *et al.* (1982) cités par KOUYATE (1997) ont montré un effet résiduel du niébé (*Vigna inguiculata*) équivalent à 36 kg d'azote/ha/an pour la céréale suivante.

DREVON (1989) citant STEWART (1977) rapporte que cette association a une capacité fixatrice de 200 kg d'azote/ha/an. La rotation céréale-légumineuse permet de réduire de façon significative les apports d'azote aux céréales mais augmente

aussi l'efficacité de l'engrais azoté utilisé, surtout en présence du phosphore (BATIONO et VLEK.,1997). Pour DREVON (1989), 50% de tout l'azote fixé sur terre provient de l'association rhizobium-légumineuse et cette fixation peut être estimée à 70% de la quantité totale d'azote chaque année.

Il faut signaler qu'une pluviosité inadéquate peut entraîner une chute de rendement modérée de 21 % alors que la quantité d'azote fixée est réduite de près de 70 %. L'arachide puise 75 % de l'azote dont elle a besoin dans les réserves azotées et organiques du sol qu'elle contribue ainsi à appauvrir (PIERI, 1985).

1.4 CONCLUSION.

Cette synthèse bibliographique montre qu'il existe une multitude de définition du terme système de culture, qui va des pratiques culturales au système d'exploitation. L'aspect pratique culturelle semble avoir un impact considérable sur l'évolution de certains indices de la fertilité du sol.

Cette synthèse bibliographique, permet de retenir que:

- les modes de gestion de la fertilité des sols, des cultures ainsi que des pratiques culturales sont des composantes principales des systèmes de culture;
- la mise en culture et les systèmes de culture modifient les paramètres biologiques physiques et chimiques du sol;
- les engrais minéraux élèvent les rendements pendant un certain temps, mais ces rendements chutent brutalement au bout de quelques années de culture;
- les fumures organiques relèvent le pH du sol;
- la fumure organo-minérale à forte dose permet d'accroître de façon significative le taux de matière organique, d'obtenir non seulement les rendements élevés mais aussi les plus stables;
- la mise en rotation permet d'accroître les rendements par rapport à la monoculture continue.

Peu de travaux ont comparé les effets des différents systèmes de culture sur l'évolution de la fertilité du sol. Les travaux réalisés en milieu paysan ont surtout

étudié l'incidence de la durée de mise en culture, alors que dans les stations de recherche les études ont plutôt porté sur l'influence des techniques culturales bien précises sur la fertilité du sol. Or, leur action conjuguée est nécessaire dans l'obtention des meilleurs rendements.

Afin d'apporter des éléments de réponse à ces questions, ce travail va tenter de prendre en compte, les principales composantes rentrant dans la définition des systèmes de culture et d'étudier leur influence sur la fertilité des sols.

CHAPITRE 2

CARACTERISATION DE LA ZONE ECOLOGIQUE, DU SITE D'ETUDE ET METHODE D'ETUDE.

2.1 ZONE ECOLOGIQUE ET SITE D'ETUDE.

2.1.1 Localisation.

L'essai est conduit dans le site expérimental de la station de recherche de Farako-Bâ (zone Ouest du Burkina Faso). Située à une dizaine de kilomètres de la ville de Bobo-Dioulasso sur l'axe Bobo-Banfara, la station se trouve à une altitude de 405m. Ses coordonnées géographiques sont de 04°20' de longitude et 11°06' de latitude nord ouest.

2.1.2 Climat.

Cette zone est dominée par un climat tropical de type soudano-sahélien.

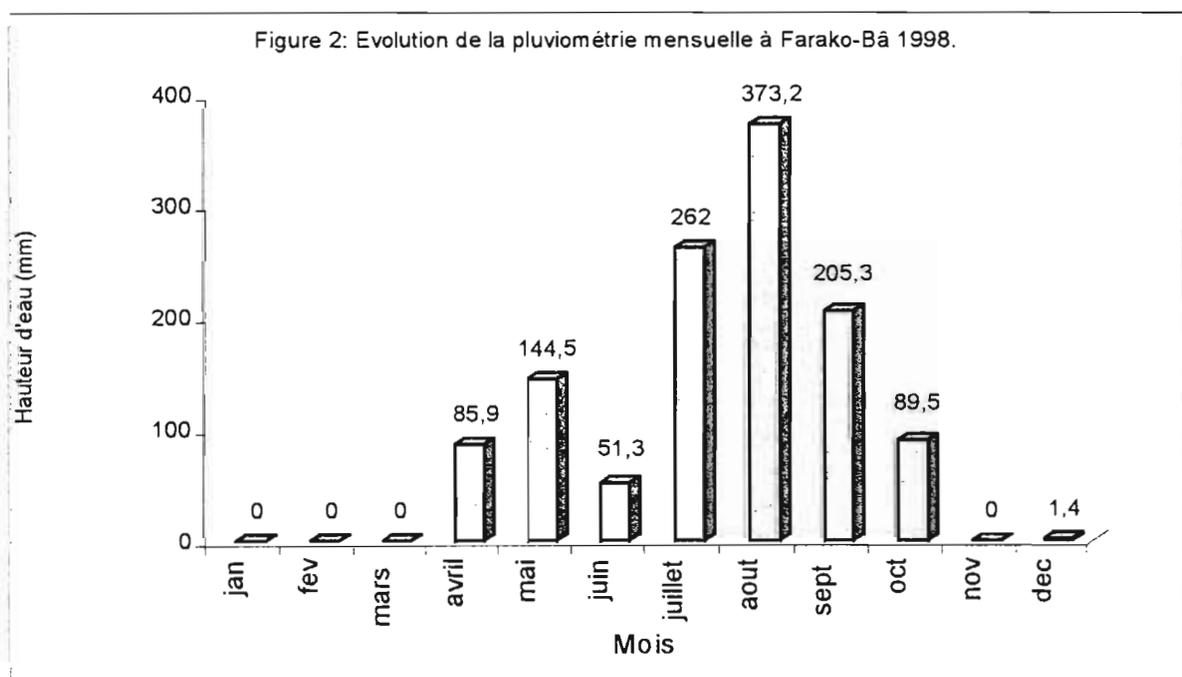
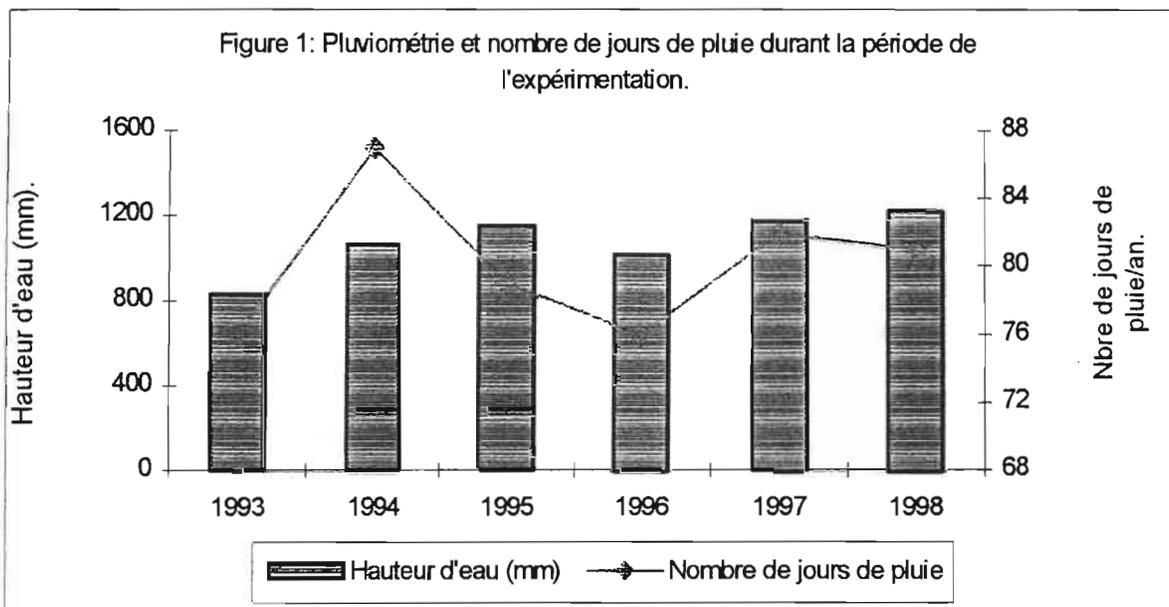
Selon la division agro-écologique (TERRIBLE, 1987) la zone ouest comporte deux sous zones écologiques:

- la zone sud-soudanienne;
- la zone soudano-sahélienne.

La pluviosité annuelle est comprise entre 650 et 1000 mm.

La station connaît un climat de type sud-soudanien (GUINKO, 1984), caractérisé par deux saisons:

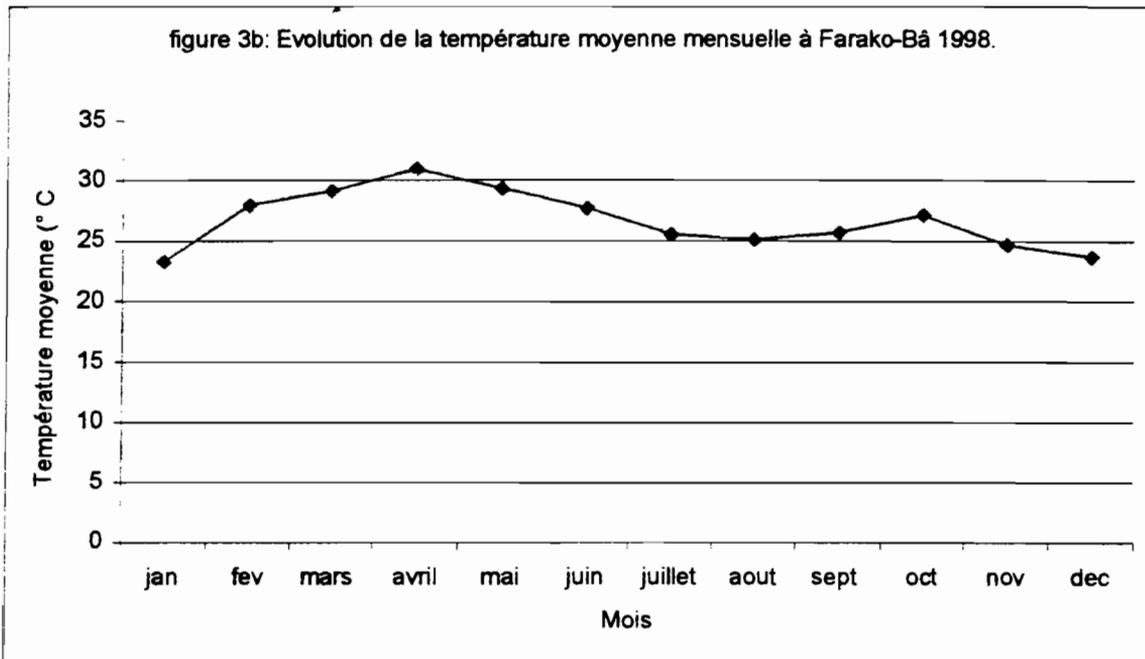
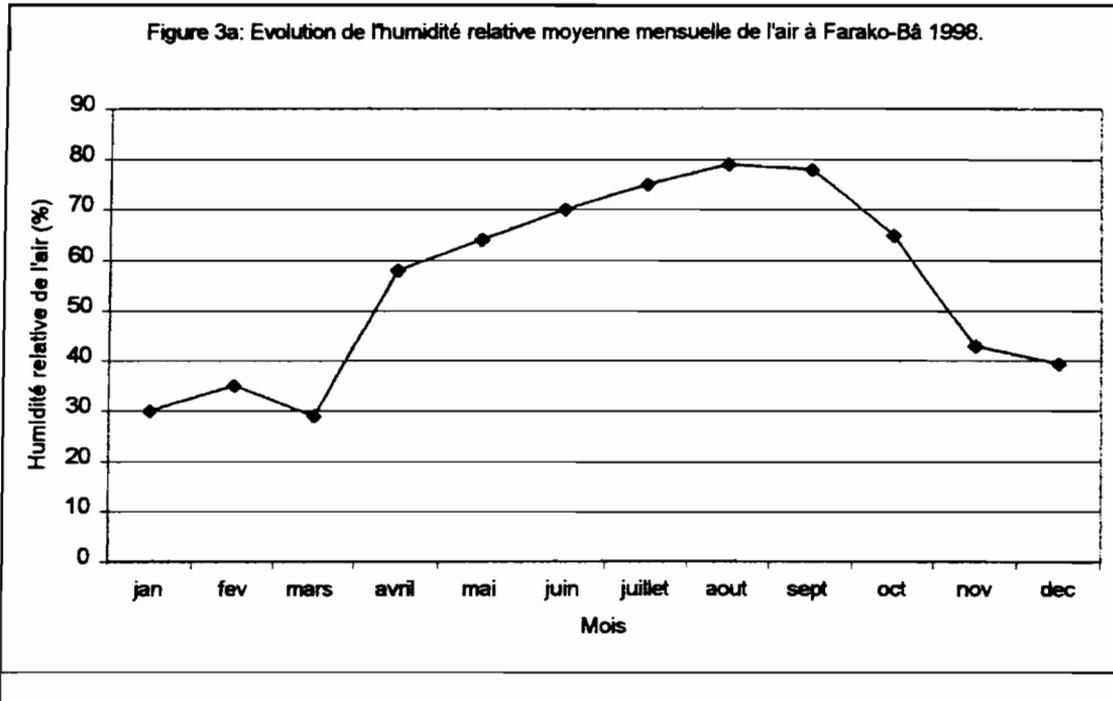
- une longue saison sèche de novembre à mi-avril;
- une courte saison de pluie de mi-avril à octobre. Le cumul des précipitations annuelles se situe entre 800-1000 mm reparti sur 75 à 85 jours. La saison de pluies présente de fortes variabilités inter-annuelles. Sur les six dernières années la pluviosité moyenne est de 1097 mm. En 1998 la quantité d'eau annuelle était de 1225 contre 813 mm en 1993 (Figure 1).



Cependant, les pluies ont été mal réparties dans le temps (figure 2); les premières pluies utiles ont eu lieu cette année à partir de la deuxième quinzaine du mois de juillet.

L'humidité relative moyenne de l'air est de 55% avec un maximum de 79 % en août et un minimum de 29-30 % en janvier et mars. La température moyenne est de 27°C avec une amplitude thermique annuelle moyenne de 5° C (figure 3).

Figure 3 : Evolution de l'humidité relative de l'air et de la température moyenne mensuelle à Farako-Bâ en 1998.



2.1.3 Végétation

La région de Bobo-Dioulasso est située globalement dans la zone centre sud du Burkina Faso (TERRIBLE, 1987). On y rencontre des formations végétales dont les principales espèces sont les suivantes: “ *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Detarium microcarpum*, *Pilostigma thonningii*, *Gardenia ternifolia*, *Sclerocarya birrea...* ”. Par contre, le tapis graminéen se compose de *Andropogon spp.*, *Pennisetum pedicellatum*, *Eragrotis tremula*.

2.2 MATERIEL ET METHODE

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet des différents systèmes de culture et leur rotation, sur les rendements de culture et la fertilité du sol.

2.2.1 Matériel

2.2.1.1 Le sol.

C'est un sol de type faiblement ferrallitique dont les caractéristiques physico-chimiques sont les suivantes (Tableau 1): texture sablo-limoneuse, teneur en matière organique inférieure à 0,7 %, faible teneur en azote total. C'est un sol fortement acide (pH 5,5), avec une faible capacité d'échange cationique (CEC) et un taux de saturation faible.

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques d'un sol de Farako-Bâ.

Types d'analyses	Intitulés	Teneur
Granulométrie	Argiles	12%
	Limon fin	14%
	Limon grossier	16%
	Sable fin	55%
	Sable grossier	3%
Caractéristiques chimiques	Matière organique	6,7g/kg de sol
	Carbone	3,9g/kg de sol
	Azote	0,3g/kg de sol
	C/N	13
	Bases échangeables (Ca, Mg, K, Na)	0,69 (méq/100g de terre)
	CEC	4,28 (méq/100g de terre)
	Taux de saturation	16%
	Potassium disponible	80mg/kg
	Potassium total	140mg/kg
	pH eau	5,5
pH KCl	3,7	

Source: ZERBO, 1995.

2.2.1.2/ Le végétal.

Trois cultures sont choisies pour la réalisation de cette étude. Il s'agit

- du Sorgho, variété Gnofing (variété locale améliorée);
- de l'arachide, variété RMP 91;
- du cotonnier, la variété STAM 42 a été utilisée la première année d'expérimentation puis la variété GL7 en deuxième année, et enfin la variété FK 290 par la suite.

2.2.1.3/ Les fertilisants.

Ils sont apportés principalement sous deux formes:

- sous forme organique: résidus de récolte, fumier;
- sous forme minérale: triple super phosphate (TSP) à 46% de P_2O_5 , Chlorure de potassium (KCl) à 60% de K_2O , l'urée à 46% d'azote, l'engrais complexe (NPKSB) de formule 14-23-14-6-1.

La dolomie de composition CaO (27 %) et MgO (19 %) est utilisée comme amendement.

Ces fertilisants sont tous apportés annuellement. La composition chimique du fumier de vache utilisé se trouve en annexe, celle des résidus de récolte est non déterminée.

2.2.2 Méthodologie d'étude.

2.2.2.1 Dispositif expérimental.

Le dispositif adopté est un bloc subdivisé (*split-plot*) avec quatre répétitions ou blocs. Les parcelles principales correspondent aux rotations suivantes (Tableau 2)

- rotation Ro= sorgho continu;
- rotation R1= sorgho-cotonnier-arachide;
- rotation R2= sorgho-arachide-cotonnier ;
- rotation R3= jachère continue depuis la mise en place de l'essai

Ces parcelles principales sont subdivisées en cinq (5), chaque sous parcelle recevant ou non les fumures précédemment citées. Les sous parcelles mesurent 24m² et sont séparées entre elles par des allées de 0,5m, tandis que les parcelles principales sont distantes l'une de l'autre par les allées de 1m. Une distance de 2m sépare les blocs.

2.2.2.1.1/ Traitements principaux

Les traitements principaux sont présentés au tableau ci-dessous et correspondent à la rotation culturale.

Tableau 2: Liste des traitements principaux.

Rotation	Traitements Principaux	Année 1 1993	Année 2 1994	Année 3 1995	Année 4 1996	Année 5 1997	Année 6 1998
R0	T1	Sorgho	Sorgho	Sorgho	Sorgho	Sorgho	Sorgho
R1	T2	Sorgho	Coton	Arachide	Sorgho	Coton	Arachide
	T3	coton	arachide	sorgho	coton	Arachide	sorgho
	T4	Arachide	sorgho	coton	arachide	Sorgho	coton
R2	T5	Sorgho	Arachide	Coton	Sorgho	Arachide	Coton
	T6	Coton	Sorgho	Arachide	Coton	Sorgho	Arachide
	T7	Arachide	Coton	Sorgho	Arachide	Coton	Sorgho
R3	T8	Jachère	Jachère	Jachère	Jachère	Jachère	Jachère

R0 correspond à la culture continue de sorgho ;

R1 correspond à une même rotation pour les traitements T2, T3, et T4 ;

R2 correspond à une même rotation pour les traitements T5, T6 et T7 ;

R3 correspond à une jachère de durée indéterminée qui est labourée lors de la mise en place de l'essai (schéma 1 en annexe)..

2.2.2.1.2/ Sous traitements

Les sous traitements mis en comparaison sont les suivants:

S1: témoin absolu (sans engrais);

S2: NPKSB+urée+TSP;

S3: NPKSB+urée+TSP+Dolomie;

S4: Résidus de récolte +NPKSB+urée+TSP

S5: KCl + TSP+fumier..

Les doses des différentes fumures appliquées sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Doses d'engrais apportées selon les cultures.

Sous traitements	Fumures	Doses d'engrais (kg/ha)		
		Sorgho	Coton	arachide
S1	Témoin absolu	0	0	0
S2	NPKSB	100	150	100
	Urée	50	50	0
	TSP	4,2	1	0
S3	NPKSB	100	150	100
	Urée	50	50	0
	TSP	4,2	1	0
	Dolomie	1000	1000	1000
S4	Résidus de récolte	5000	5000	5000
	NPKSB	100	150	100
	Urée	50	50	0
	TSP	4,2	1	0
S5	Fumier	5000	5000	5000
	TSP	53	74,5	48,9
	KCl	23	35	23

2.2.2.2 Mise en place de l'essai.

- Préparation de la parcelle d'expérimentation.

Le labour est réalisé par traction animale en début de campagne (dès les premières pluies), suivi d'une homogénéisation à la daba. C'est durant cette opération que sont enfouis les résidus de récolte.

- Semis.

Le sorgho et le coton sont semés en ligne avec un écartement de 80cm entre les lignes et 40cm entre les poquets.

L'arachide est également semée en ligne mais avec un écartement de 40cm entre les lignes et entre les poquets.

- Epandage d'engrais et entretien de l'essai.

L'épandage des fumures est effectué avant le semis pour le KCl et le TSP. Ces engrais sont utilisés comme fumure de fond. L'urée utilisée comme fumure de couverture est appliquée entre le 30^{ème} et le 40^{ème} jour après semis.

Les désherbages ont été effectués à la main. Quatre sarclo-binnages ont été faits, accompagnés d'un buttage. Le démariage du cotonnier et du sorgho a été effectué en prenant le soin de conserver deux pieds par poquets.

- Paramètres mesurés.

A la récolte, plusieurs paramètres sont mesurés:

- * le poids des grains du sorgho, du coton graine et des graines d'arachide;
- * le poids paille du sorgho, le poids tige du coton ainsi que le poids des fanes d'arachide;
- * des échantillons de sol ont été prélevés sur les traitements principaux pour la caractérisation des paramètres physico-chimiques. A l'aide d'une tarière, cinq prélèvements sont effectués par sous- traitement pour constituer un échantillon moyen.

- Récolte.

La récolte est effectuée sur des parcelles utiles à l'intérieur de chaque sous-parcelle. Pour le sorgho et le cotonnier, les parcelles utiles mesurent 15,36 m² et la récolte est effectuée sur les quatre lignes centrales éliminant de part et d'autre de la sous-parcelle une ligne et une rangée de poquets à la fin de chaque ligne de culture.

Pour l'arachide, la parcelle utile mesure 13,44 m² et la récolte porte sur les six lignes centrales en éliminant de part et d'autre de la sous-parcelle deux lignes et deux rangées de poquets en bout de ligne.

.2.2.3 Méthode d'analyse.

2.2.2.3.1 pH_{eau}, pH_{KCl}.

Les mesures ont été faites par la méthode électrométrique en utilisant un pHmètre à électrode en verre et à lecture directe. La solution servant à la lecture se prépare dans le rapport terre/eau ou terre/KCl égal à 1/2,5. On utilise une solution de KCl N pour le pH KCl.

2.2.2.3.2 Carbone et matière organique.

Le carbone organique est dosé par la méthode de WALKLEY et BLACK. Le principe repose sur la propriété du bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) à oxyder le carbone de la matière organique. La quantité de bichromate de potassium réduite étant proportionnelle à la teneur en carbone, celle-ci est en retour obtenue par le dosage de l'excès de bichromate de potassium en solution normale (N) par du sel de Mohr 0,5N en présence d'un indicateur de carbone phénylamine.

Le pourcentage de carbone dans le sol est déterminé par la formule suivante;

$$C \% = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0,3 \times 1,33}{P}$$

P

V_1 = volume de sel de Mohr utilisé pour le blanc;

V_2 = volume de sel de Mohr utilisé pour l'échantillon;

N = normalité du sel;

P = prise d'essai.

Le taux de matière organique est obtenu en multipliant le pourcentage de carbone total par un coefficient (1,72).

2.2.2.3.3 Azote total.

Les échantillons de sol sont d'abord minéralisés par la méthode de KJELDAHL qui consiste en une attaque de l'échantillon par l'acide sulfurique concentré bouillant en présence d'un catalyseur au selenium-cuivre.

Ensuite cette attaque aboutit à la libération de l'azote ammoniacal, et le dosage de l'azote est fait à l'auto-analyseur.

2.2.2.3.4 Phosphore total.

Les échantillons de sol sont minéralisés par la méthode de DABIN qui consiste en une attaque par l'acide perchlorique (60 %) à chaud. Le dosage du P total se fait par colorimétrie automatique.

2.2.2.3.5 Phosphore assimilable.

La méthode de BRAY I a été utilisée. Cette méthode permet d'extraire, à l'aide du fluorure d'ammonium (0,3M) en milieu acide (HCl 0,1N) le P lié au calcium et à l'aluminium. Le dosage est réalisé par colorimétrie automatique.

2.2.2.3.6 Potassium total.

Les échantillons de sol sont minéralisés avec l'acide sulfurique concentré bouillant en présence d'un catalyseur au selenium-cuivre. Le dosage se fait à l'aide de photomètre à flamme.

2.2.2.3.7 Potassium disponible.

L'extraction du potassium dans le sol s'est faite avec une solution de 0,1N de HCl et 4N d'acide oxalique ($H_2C_2O_4$). Le potassium est déterminé au photomètre à flamme par la comparaison des intensités des radiations émises par les atomes de K avec celles des solutions standard.

2.2.2.3 Traitement statistique des données.

L'analyse statistique des données (analyse de variance, comparaison des moyennes) a été réalisée avec le logiciel SAS.

CHAPITRE 3

RESULTATS- DISCUSSION.

La présentation des principaux résultats de notre étude va se dérouler en deux étapes :

- une première étape qui va concerner les rendements des différentes cultures pour l'année 1998 en fonction des rotations et des types de fumures ;
- une deuxième étape qui va étudier l'évolution de la fertilité du sol en fonction des systèmes de culture.

3.1 INFLUENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LES RENDEMENTS (ANNEE 1998).

3.1.1 Influence de la rotation sur les rendements des cultures.

3.1.1.1 Incidence de la rotation sur les rendements du sorgho.

Les résultats détaillés des différents rendements de sorgho sont regroupés dans le tableau 4. Les effets des rotations culturales sur les rendements du sorgho sont présentés aux figures 4 et 5.

3.1.1.1.1 Effet de la rotation sur la production du sorgho graine.

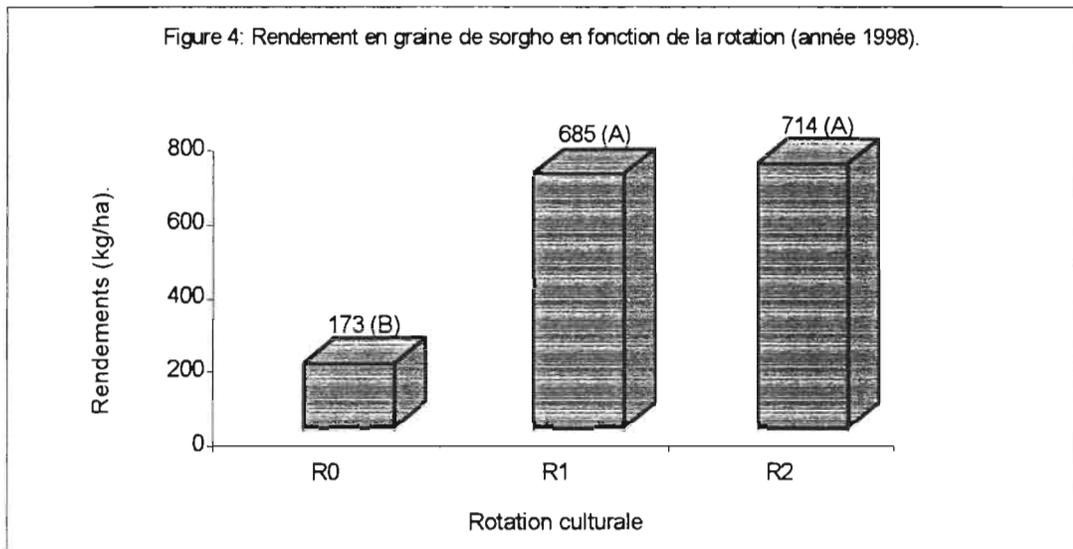
L'examen du tableau 4 montre que la simple mise en rotation du sorgho sans engrais suffit à améliorer les rendements de la céréale : on gagne en moyenne 400 kg/ha pour le sorgho graine.

On observe une variation des rendements du sorgho graine en fonction de la rotation pour l'année 1998 (figure 4).

Tableau 4 : Rendements en graine et paille de sorgho (année 1998).

Bloc	traitements	SORGHO GRAINE (kg/ha).					SORGHO PAILLE (kg/ha).				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
I	Sorgho continu T1	3	315	806	120	175	163	716	1758	521	781
II		18	162	270	94	104	195	456	944	586	586
III		40	27	322	12	161	163	391	1042	391	781
IV		25	160	238	278	131	326	781	977	912	846
Moyenne		22	166	409	126	143	212	586	1180	603	749
I	Sorgho- coton- arachide T3	949	462	1399	1350	1398	2213	1628	3906	3483	3027
II		202	296	953	1109	1447	521	1172	2604	2409	2734
III		289	580	1067	432	612	1628	2148	2734	1758	3060
IV		374	363	60	351	111	1563	1953	3190	2018	3320
Moyenne		454	425	870	811	892	1481	1725	3109	2417	3035
I	Sorgho- arachide- coton T7	339	256	1339	759	1337	1172	1107	3385	1758	3125
II		425	801	1306	885	1425	1497	1953	2930	2214	3320
III		419	690	1305	716	641	1432	1693	3125	1888	2279
IV		244	193	254	421	533	977	1367	2604	2279	1953
Moyenne		357	485	1046	695	985	1270	1530	3011	1904	2669

T1= sorgho continu (R0), T3= sorgho-cotonnier-arachide (R1), T7= sorgho-arachide-cotonnier ;
 S1= témoin, S2= NPKSB+urée+TSP, S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie, S4= résidus de récolte+NPKSB+urée+TSP
 S5= fumier+KCl+TSP.



R0= sorgho continu ;
 R1= sorgho-cotonnier-arachide ;
 R2= sorgho-arachide-cotonnier

cette figure indique que le sol soumis à la rotation sorgho continu (R0) procure les rendements les plus faibles à la sixième année de mise en culture comparativement à d'autres sols soumis aux rotations sorgho-cotonnier-arachide (R1) et sorgho-arachide-cotonnier (R2).

Tableau 5 : Effets des différents précédents culturaux sur les rendements en graine et paille de sorgho après six ans de culture (1998).

Précédent culturel	Sorgho graine (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au précédent sorgho.	Sorgho paille (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au précédent sorgho.
Sorgho	173 B	0	666 C	0
Cotonnier	714 A	313	2077 B	212
Arachide	685 A	296	2354 A	254
signification	HS		HS	

Les chiffres suivis de différentes lettres dans chaque colonne indiquent une différence significative au seuil de 5 % entre les traitements. HS= Hautement Significatif.

La production moyenne du sorgho graine varie de 173 kg/ha pour le traitement sorgho continu (R0) à 714 kg/ha pour le traitement sorgho-arachide-cotonnier (R2).

Les rendements plus élevés de sorgho observé avec le précédent cotonnier, traduisent l'effet favorable de cette culture lorsqu'elle précède le sorgho. Les surplus

de rendement par rapport à la culture continue sont de 313 % de sorgho graine contre 296 % lorsque le précédent cultural est l'arachide (tableau 5). Les rendements obtenus avec ces deux rotations sont significativement différents des rendements obtenus en culture continue de sorgho.

La culture continue de sorgho produit des rendements les plus bas par rapport aux autres rotations. Cependant il n'existe aucune différence significative entre les rotations sorgho-cotonnier-arachide (R1) et sorgho-arachide-cotonnier (R2) pour la production du sorgho graine.

3.1.1.1.2 Influence de la rotation sur la production du sorgho paille.

La mise en rotation du sorgho sans engrais suffit à augmenter les rendements en paille de la céréale : on gagne en moyenne près d'une tonne/ha pour la production de matière sèche.

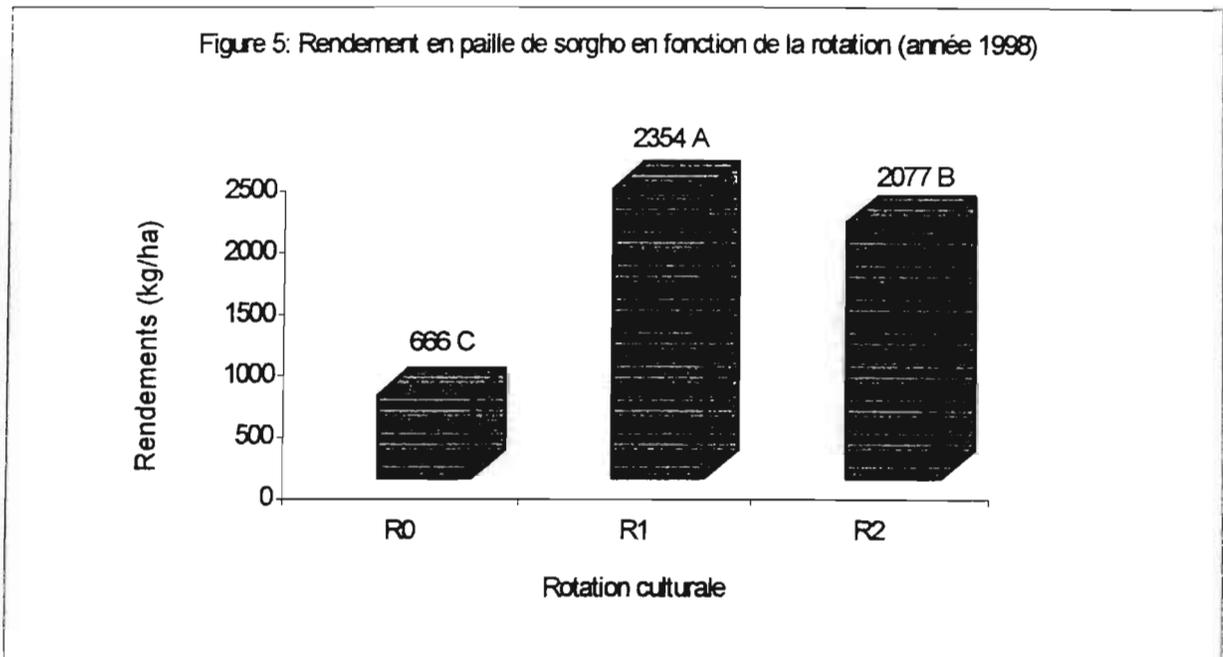
La figure 5 indique les variations considérables des rendements de matière sèche du sorgho en fonction des rotations. Le précédent arachide procure les rendements les plus importants.

La production moyenne en sorgho paille après six années de culture varie de 666 kg/ha dans le sol soumis à la rotation sorgho continu (Ro) à 2354 kg/ha dans le sol soumis à la rotation sorgho-cotonnier-arachide (R1).

L'augmentation des rendements de matière sèche du sorgho observée après le précédent arachide est de 254 % et de 212 % pour le précédent cotonnier par rapport aux rendements obtenus en culture continue de sorgho.

Comme pour le sorgho graine, ces deux rotations sont significativement différentes de la culture continue de sorgho pour la production de matière sèche.

Cependant, elles présentent des différences significatives entre elles.



R0= sorgho continu
 R1= sorgho-cotonnier-arachide ;
 R2= sorgho-arachide-cotonnier

En résumé les traitements principaux (rotations) se classent selon la hiérarchie suivante pour la production du sorgho.

$R2 > R1 > R0$ pour ce qui concerne le sorgho graine ;

$R1 > R2 > R0$ pour la production de matière sèche du sorgho.

Ces résultats montrent que par rapport à la culture continue de sorgho, la mise en rotation du sorgho permet d'améliorer significativement les différents rendements de cette céréale.

3.1.1.2 Influence de la rotation culturale sur les rendements du cotonnier.

Les résultats détaillés sont regroupés dans le tableau 6. Les figures 6 et 7 mettent en relief l'effet des deux rotations (sorgho-cotonnier-arachide et sorgho-arachide-cotonnier) sur la production du cotonnier.

3.1.1.2.1 Influence de la rotation sur la production du coton graine.

Les résultats présentés à la figure 6 indiquent une faible variation de rendements du coton graine en fonction de ces deux rotations.

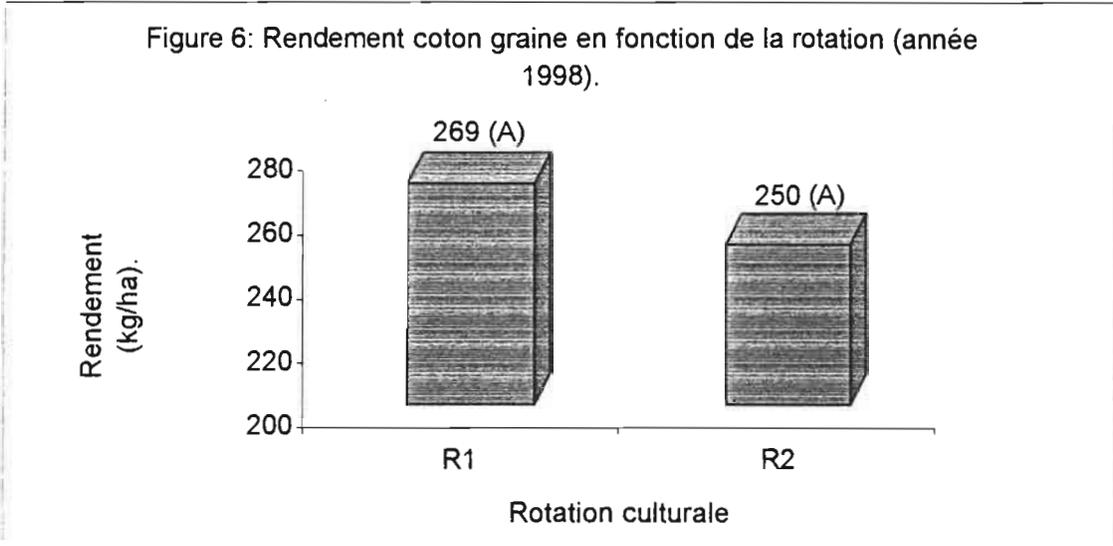
Tableau 6 : Rendements (kg/ha) en graine et tige de cotonnier (année 1998).

Bloc	traitements	COTON GRAINE (kg/ha).					COTON TIGE (kg/ha).				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
I	Sorgho- coton- arachide T4	152	249	529	301	403	1302	1302	1953	1953	1302
II		160	114	667	347	381	1302	651	2279	1302	1790
III		80	114	308	145	167	326	814	1302	977	977
IV		82	184	411	357	237	814	1139	1953	1791	1302
Moyenne		119	165	479	287	297	936	977	1872	1504	1343
I	Sorgho- arachide- coton T5	106	375	516	238	231	977	1628	2441	1628	1953
II		197	382	566	238	396	1139	1628	1953	977	1302
III		75	213	279	242	324	163	977	1139	1139	977
IV		16	44	382	33	141	98	326	977	163	814
Moyenne		99	253	436	187	273	595	1140	1628	977	1262

T4= sorgho-cotonnier-arachide (R1), T5= sorgho-arachide-cotonnier (R2);

S1= témoin, S2= NPKSB+urée+TSP, S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie, S4= résidus de récolte+NPKSB+urée+TSP

S5= fumier+KCl+TSP.



R1= sorgho-cotonnier-arachide ;

R2= sorgho-arachide-cotonnier

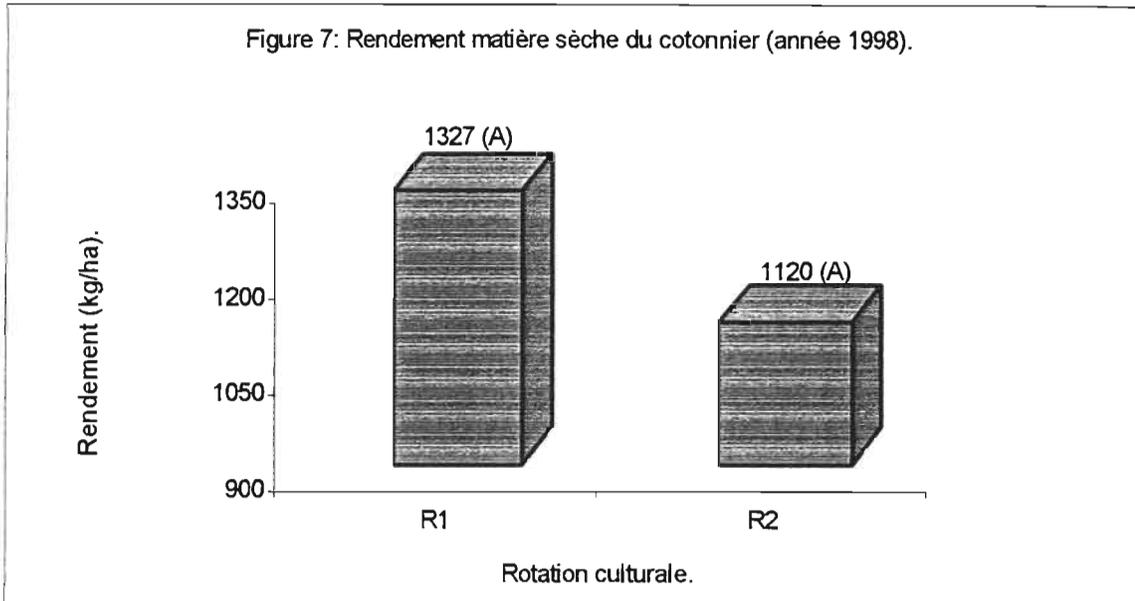
Tableau 7 : Effets des différents précédents culturaux sur les rendements en graines et tiges de cotonnier (année 1998).

Précédent cultural	Coton graine (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au précédent arachide.	Matière sèche du cotonnier (kg/ha).	Augmentation (%) par rapport au précédent arachide.
Sorgho	269 A	8	1327 A	19
Arachide	250 A	0	1120 A	0
Signification	NS		NS	

Les chiffres suivis de différentes lettres dans chaque colonne indiquent une différence significative au seuil de 5 % entre les traitements. NS= Non Significatif.

La production moyenne du coton graine varie de 250 kg/ha pour le sol soumis à la rotation sorgho-arachide-cotonnier (R2) à 269 kg/ha pour celui soumis à la rotation sorgho-cotonnier-arachide (R1). Ces rendements sont très faibles par rapport à la moyenne des rendements à cause vraisemblablement des semis tardifs. Malgré le surplus de rendement de 8 % de coton graine induit par le précédent cultural sorgho par rapport au précédent arachide, ces deux rotations ne sont pas significativement différentes entre elles (tableau 7).

3.1.1.2.2 Influence de la rotation culturale sur la production de matière sèche du cotonnier.



R1= sorgho-cotonnier-arachide ;

R2= sorgho-arachide-cotonnier

La figure 7 montre que la rotation sorgho-cotonnier-arachide (R1) présente un léger effet sur la production de la matière sèche du cotonnier par rapport à la rotation sorgho-arachide-cotonnier (R2).

La production moyenne pour la campagne 1998 (tableau 7) varie de 1120 kg/ha dans la rotation sorgho-arachide-cotonnier à 1327 kg/ha dans la rotation sorgho-cotonnier-arachide. L'augmentation des rendements de matière sèche du cotonnier après un précédent sorgho est de 19 % par rapport au rendement obtenu après un précédent arachide.

Comme pour le coton graine, ces deux rotations ne sont pas significativement différentes entre elles pour ce qui concerne la production de matière sèche du cotonnier.

En résumé, les rotations se classent dans l'ordre suivant pour la production du cotonnier quelle que soit la variable mesurée :

Sorgho-cotonnier-arachide (R1) >= Sorgho-arachide-cotonnier (R2).

Ces résultats montrent qu'aucune différence significative n'est observée entre les deux rotations quel que soit le paramètre mesuré. Le précédent cultural sorgho a

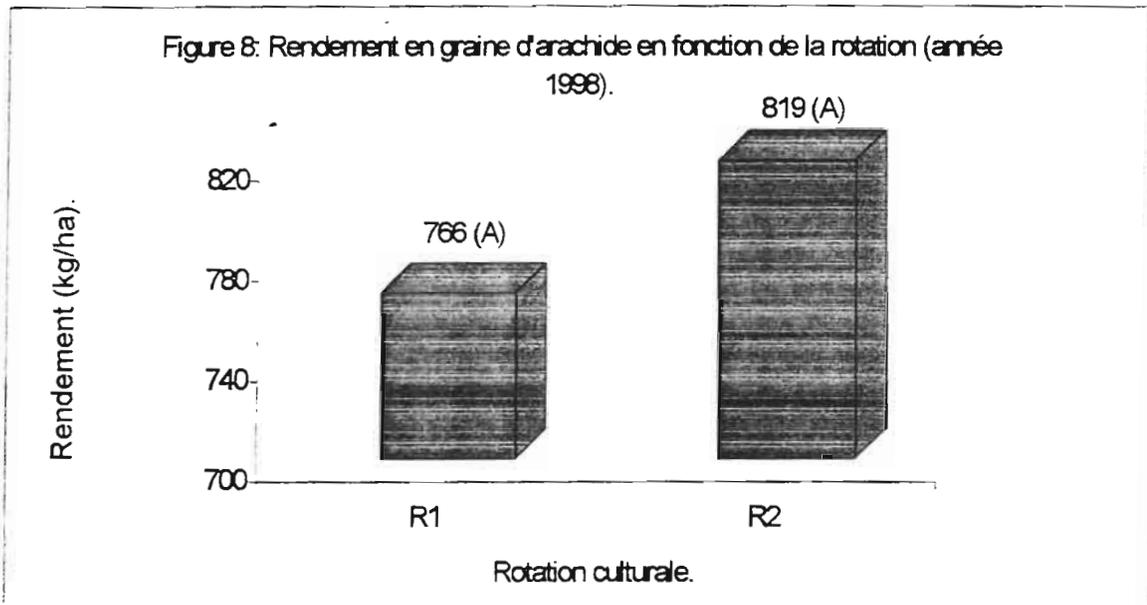
un effet positif sur la production du coton graine et de la matière sèche du cotonnier par rapport au précédent arachide.

3.1.1.3 Influence de la rotation culturale sur les rendements de l'arachide.

Les résultats détaillés des rendements de l'arachide pour l'année 1998 sont regroupés dans le tableau 8.

3.1.1.3.1 Influence de la rotation sur la production des graines d'arachide.

Les résultats présentés à la figure 8 indiquent une faible efficacité de la rotation sorgho-arachide-cotonnier (R2) sur la production des graines d'arachide par rapport à la rotation sorgho-cotonnier-arachide (R1).



R1= sorgho-cotonnier-arachide,

R2= sorgho-arachide-cotonnier

Tableau 8 : Rendements (kg/ha) en graine et fane d'arachide (année 1998).

Bloc	traitements	GRAINE D'ARACHIDE (kg/ha).					FANE D'ARACHIDE (kg/ha).				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
I	Sorgho- coton- arachide T2	691	750	774	539	1172	819	930	1228	1079	1488
II		774	903	914	914	691	744	1209	1488	1079	1339
III		609	644	949	821	1066	930	1228	1525	1470	1488
IV		269	446	996	644	762	1302	1377	2474	1544	2888
Moyenne		586	686	908	730	923	949	1186	1679	1293	1651
I	Sorgho- arachide- coton T6	644	586	938	1231	1090	1098	1470	1637	1674	1414
II		492	856	1113	762	1055	1711	967	1339	1005	1377
III		727	844	1149	914	1055	1005	1116	1581	1153	1786
IV		516	703	750	305	656	1600	2028	3144	1042	2865
Moyenne		595	747	988	803	964	1353	1395	1925	1218	1861

T2= sorgho-cotonnier-arachide (R1), T6= sorgho-arachide-cotonnier ;
 S1= témoin, S2= NPKSB+urée+TSP, S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie, S4= résidus de récolte+NPKSB+urée+TSP
 S5= fumier+KCl+TSP.

La production moyenne des graines d'arachide en sixième année de culture (tableau 9) varie de 766 kg/ha dans la rotation sorgho-cotonnier-arachide à 819 kg/ha dans la rotation sorgho-arachide-cotonnier.

Tableau 9 : Effets des différents précédents culturaux sur les rendements en graine et fanes d'arachide.

Précédent cultural	Arachide graine (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au précédent cotonnier	Fanes d'arachide (kg/ha).	Augmentation (%) par rapport au précédent cotonnier
Sorgho	819 A	7	1546 A	14
Cotonnier	766 A	0	1352 A	0
Signification	NS		NS	

Les chiffres suivis de différentes lettres dans chaque colonne indiquent une différence significative au seuil de 5 % entre les traitements. NS= Non Significatif.

Malgré le surplus de rendement de 7 % de graine d'arachide induit par le précédent sorgho par rapport au précédent cotonnier, il n'existe aucune différence significative entre ces deux rotations.

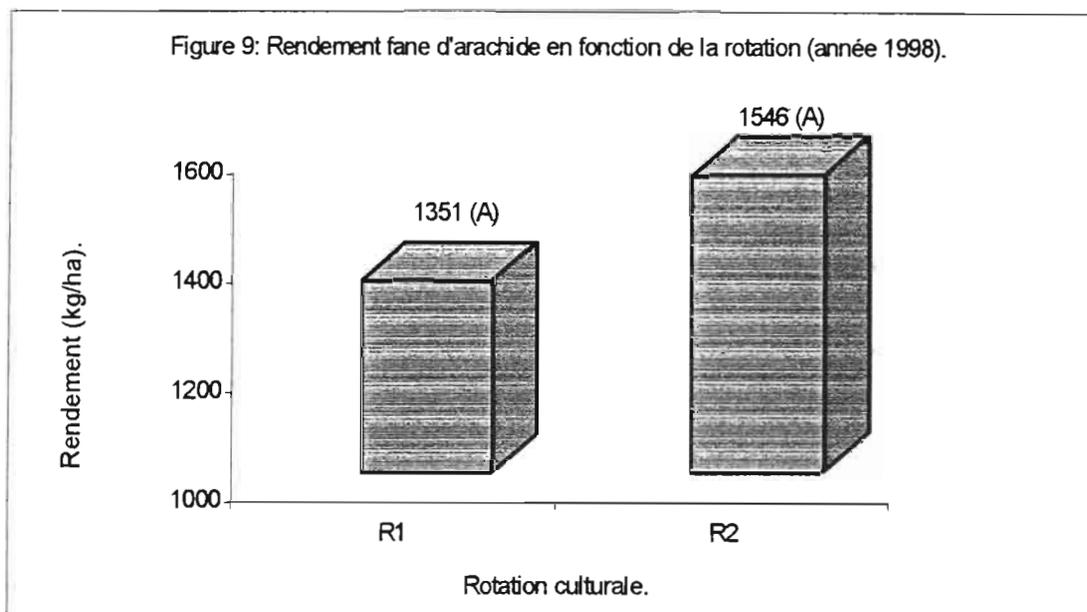
3.1.1.3.2 Effets de la rotation sur la production des fanes d'arachide.

La figure 9 montre un effet positif sur des rendements en fanes d'arachide obtenus dans la rotation sorgho-arachide-cotonnier par rapport aux rendements observés dans la rotation sorgho-cotonnier-arachide.

Le tableau 9 montre que la production moyenne des fanes d'arachide après six ans de culture varie de 1352 kg/ha dans la rotation sorgho-cotonnier-arachide à 1546 kg/ha dans la rotation sorgho sorgho-arachide-cotonnier. L'augmentation de rendement de fane d'arachide après un précédent sorgho est de 14 % par rapport au rendement obtenu après un précédent cotonnier.

Malgré cette augmentation des rendements en fanes d'arachide pour le précédent sorgho par rapport au précédent cotonnier, il n'existe aucune différence significative entre les rotations.

En résumé, les différentes rotations se classent selon la hiérarchie suivante pour la production de l'arachide : R2 >=R1.



R1= sorgho-cotonnier-arachide ;

R2= sorgho-arachide-cotonnier.

Ces résultats montrent qu'aucune différence significative n'est observée entre les deux rotations quelle que soit la variable mesurée. Cependant le précédent sorgho présente un effet favorable sur la production de l'arachide par rapport au précédent cotonnier.

3.1.2 Influence des types de fumures sur les rendements des cultures.

L'effet des différentes fumures sur les rendements se trouve aux figures 10, 11 et 12.

3.1.2.1 Influence du type de fumure sur les rendements du sorgho.

Les résultats détaillés relatifs aux différentes fumures sont présentés au tableau 10.

3.1.2.1.1 Effet des différentes fumures sur la production du sorgho graine.

Six ans après la mise en culture des sols on constate que les rendements en graine du sorgho sont très variables en fonction des fumures (figure 10). Les rendements les plus élevés sont obtenus sur les sols recevant de la fumure minérale associée à la dolomie et les plus faibles sur le sol témoin sans engrais.

Tableau 10 : Rendement (kg/ha) du sorgho en fonction du type de fumure (année 1998).

	Fumure	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc IV	Moyenne
Sorgho Graine	S1	430	215	249,3	214,3	277
	S2	344,3	420	432,3	238,6	359
	S3	1181,3	843	898	184	777
	S4	749	696	386,6	350	545
	S5	970	992	471,3	258,3	673
Sorgho Paille	S1	1182,6	737,6	1074,3	955,3	988
	S2	1150,3	1193,6	1410,6	1367	1280
	S3	3016,3	2159,3	2257	2257	2422
	S4	1920,6	1736,3	1345,6	1736,3	1685
	S5	2311	2213,3	2040	2039,6	2151

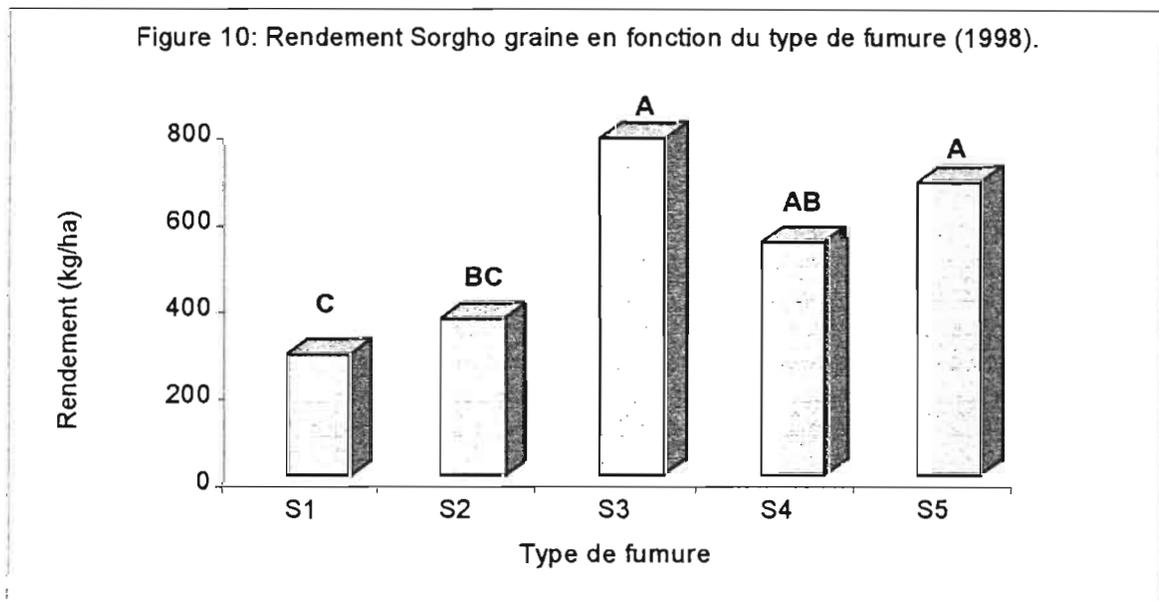
S1= témoin absolu ;

S2= NPKSB+urée+TSP ;

S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;

S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;

S5= fumier+KCl+TSP.



S1= témoin absolu ;

S2= NPKSB+urée+TSP ;

S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;

S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;

S5= fumier+KCl+TSP.

En moyenne, les rendements du sorgho graine varient (tableau 11) de 277 kg/ha pour le traitement témoin (S1) à 775 kg/ha pour la fumure minérale associée à la dolomie (S3). Toutes les fumures ont un effet significatif sur la production du sorgho graine par rapport au témoin sans engrais. De toutes les fumures, la fumure NPKSB+urée+TSP (fumure minérale simple sans amendement) produit un effet moindre comparativement aux autres fumures.

Tableau 11: Effet du type de fumure sur les rendements en graines et paille du sorgho. (année,1998).

Fumure	Sorgho graine (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au témoin	Paille sorgho (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au témoin
Témoin	277 C	0	988 C	0
NPKSB+urée+TSP	359 BC	30	1281 C	30
NPKSB+urée+TSP+dolomie	775 A	180	2433 A	146
NPKSB+urée+TSP+résidu de récolte	536 AB	94	1641 B	66
Fumier+KCl+TSP	673 A	143	2151 A	118
Signification	HS		HS	

Les chiffres suivis de différentes lettres dans chaque colonne indiquent une différence significative au seuil de 5 % entre les traitements. HS= Hautement Significatif.

L'apport de fumure minérale associée à la dolomie induit les augmentations les plus importantes.

En résumé, par rapport à la production du sorgho graine les différentes fumures peuvent se classer selon la hiérarchie suivante ;

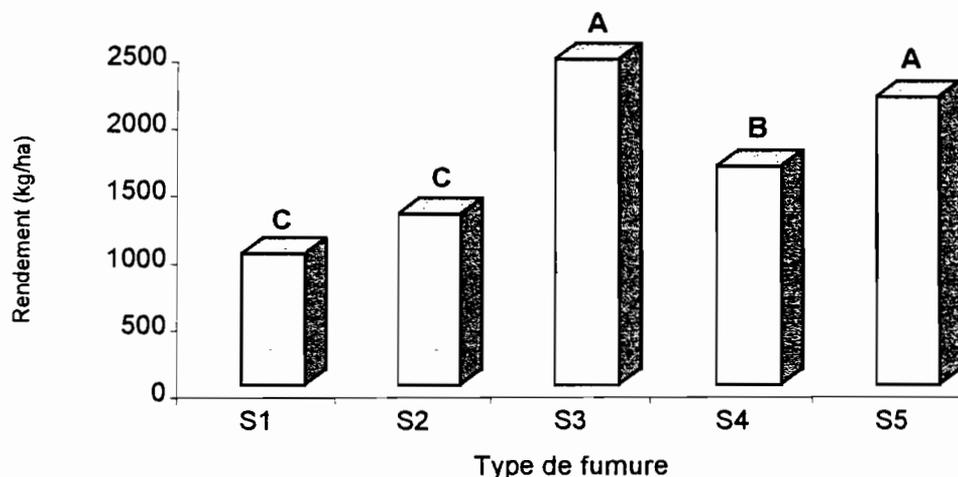
NPKSB+urée+TSP+dolomie > fumier+KCl+TSP > résidu de récolte + NPKSB + urée+TSP > NPKSB+urée+TSP > témoin.

Ces résultats montrent que par rapport au traitement témoin qui produit les rendements les plus faibles, la fumure associant la dolomie à la fumure minérale simple induit une augmentation considérable des rendements du sorgho graine. Malgré la supériorité de la fumure minérale associée à la dolomie sur les fumures organo-minérales, elle n'est pas significativement différente de la fumure fumier + KCl +TSP.

3.1.2.1.2 Effet des différentes fumures sur la production de matière sèche du sorgho.

Après six années de culture, on s'aperçoit que l'effet des différentes fumures sur les rendements du sorgho paille est variable (figure 11). Les rendements les plus élevés sont obtenus sur les sols recevant la fumure minérale associée à la dolomie et les plus bas avec le traitement témoin sans apport d'engrais.

Figure 11: Rendement matière sèche de sorgho en fonction de la fumure (année 1998).



S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;
 S5= fumier+KCl+TSP.

La moyenne des rendements en fonction de la fumure est présentée dans le tableau 11. Les rendements varient en moyenne entre 988 kg/ha pour le traitement témoin (S1) et 2433 kg/ha pour le traitement associant la fumure minérale à la dolomie. Toutes les fumures ont un effet significatif sur la production en matière sèche du sorgho par rapport au témoin absolu, sauf la fumure minérale simple (S2). Les apports de fumier+KCl+TSP, de résidus de récolte+NPKSB+urée+TSP, de NPKSB+urée+TSP+dolomie et de NPKSB+urée+TSP procurent respectivement des augmentations de rendement en paille de sorgho de 118, 66, 146 et 30 % par rapport au témoin.

Malgré la supériorité de la fumure minérale associée à la dolomie sur les fumures organo-minérales, elle n'est pas significativement différente de la fumure fumier+KCl + TSP.

Par rapport à la production de matière sèche du sorgho, les différentes fumures peuvent se classer selon la hiérarchie suivante:

NPKSB+urée+TSP+ dolomie>= fumier+KCl + TSP > résidus de récolte+NPKSB + urée+TSP>NPKSB+urée+TSP > témoin absolu

3.1.2.2 Influence du type de fumure sur les rendements du cotonnier.

Les résultats détaillés relatifs aux différentes fumures sont présentés dans le tableau 12 et l'effet des fumures sur les rendements en graine et tige de cotonnier se retrouve dans les figures 12 et 13.

Tableau 12 : Rendement du cotonnier en fonction du type de fumure (année 1998).

	Fumure	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc IV	Moyenne
Coton Graine	S1	129	179	78	49	109
	S2	312	248	164	114	209
	S3	523	617	294	397	457
	S4	270	293	194	195	238
	S5	317	389	246	189	285
Coton Tige	S1	1140	1221	489	456	826
	S2	1465	1140	896	733	1058
	S3	2197	2116	1221	1465	1750
	S4	1791	1140	1058	977	1241
	S5	1628	1546	1140	1058	1343

S1= Témoin absolu

S2= NPKSB+urée+TSP ;

S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;

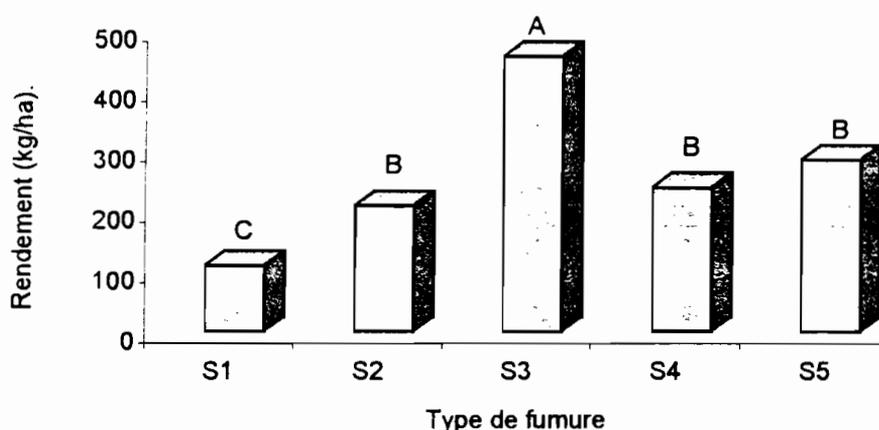
S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;

S5= Fumier+KCl+TSP.

3.1.2.2.1 Influence des fumures sur la production du coton graine.

En sixième année de culture, on observe que les rendements en coton graine sont plus ou moins variables en fonction des fumures (figure 12). Les rendements les plus importants sont obtenus avec l'apport de la fumure minérale combinée avec la dolomie, et les plus bas niveaux de rendements sont obtenus avec le traitement témoin sans engrais.

Figure 12: Rendement coton graine en fonction du type de fumure (année 1998).



S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;
 S5= fumier+KCl+TSP.

Par ailleurs, les fumures organo-minérales ainsi que la fumure minérale simple présentent un même niveau de production.

Tableau 13: Effet de la fumure sur la production graine et de matière sèche du cotonnier.

Fumure	Coton graine (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au témoin	Coton tige (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au témoin
Témoin	109 C	0	765 C	0
NPKSB+urée+TSP	209 B	92	1058 BC	38
NPKSB+urée+TSP+dolomie	407 A	273	1750 A	129
NPKSB+urée+TSP+résidu de récolte	238 B	118	1241 B	62
Fumier+KCl+TSP	285 B	162	1302 B	70
Signification	HS		HS	

Les chiffres suivis de différentes lettres dans chaque colonne indiquent une différence significative au seuil de 5 % entre les traitements. HS= Hautement Significatif.

Les rendements en coton graine varient de 109 kg/ha pour le traitement témoin sans engrais à 407 kg/ha pour le traitement NPKSB+urée+TSP+dolomie (tableau 13). L'effet de la fumure sur les rendements du coton graine montre que le traitement associant la fumure minérale simple à un amendement calco-magnésien (dolomie) produit les rendements les plus importants. L'effet de cette fumure est significativement différent de celui des fumures organo-minérales. Par contre, entre les fumures organo-minérales et/ou la fumure minérale simple il n'existe aucune différence significative.

Les apports de fumier+KCl+TSP, de résidus de récolte+NPKSB+urée+TSP, de NPKSB+urée+TSP+dolomie et de NPKSB+urée+TSP induisent respectivement des augmentations de 162, 118, 273 et 92 % par rapport au témoin pour la production coton graine.

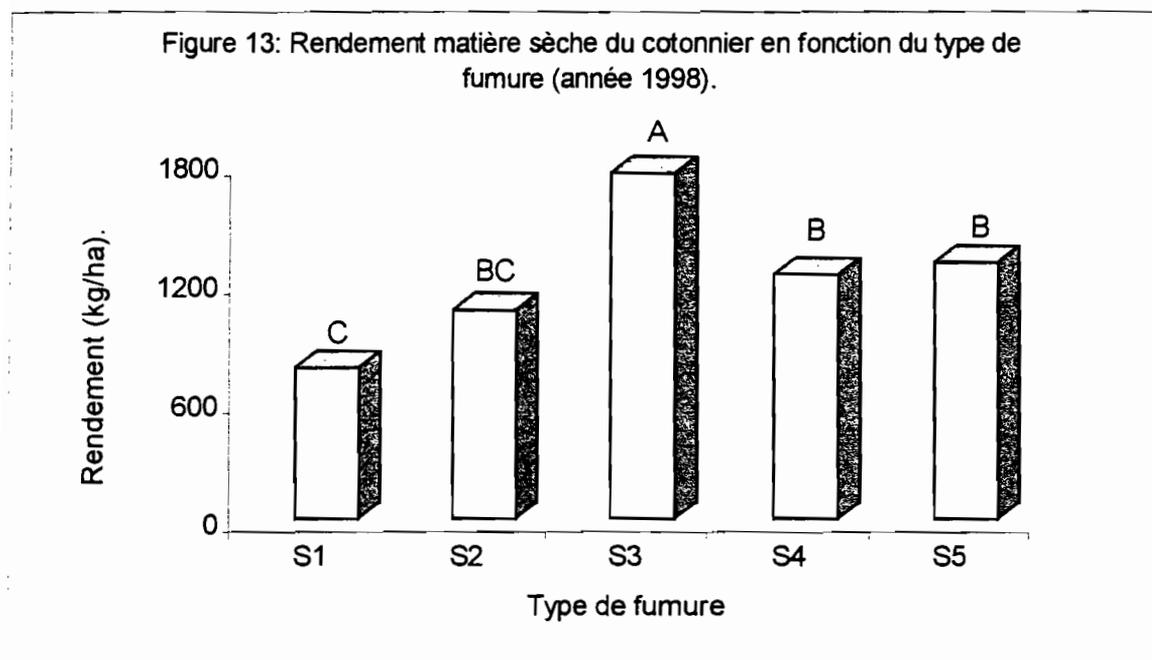
Par rapport à la production du coton graine, les différentes fumures peuvent se classer dans l'ordre suivant :

NPKSB+urée+ TSP+dolomie > fumier+ KCl+TSP > =résidus de récolte + NPKSB + urée+TSP > =NPKSB+urée+TSP > témoin.

Ces résultats montrent que par rapport au témoin, l'apport de la fumure minérale associée à la dolomie induit les rendements en coton graine les plus élevés à la sixième année de culture et les plus faibles rendements sont induits par le traitement témoin.

3.1.2.2 Influence des fumures sur la production de la matière sèche du cotonnier.

La figure 13 présente les rendements en matière sèche du cotonnier en fonction des différentes fumures. Les rendements les plus importants sont ceux obtenus après l'application de la fumure minérale combinée avec la dolomie. Le témoin sans engrais produit toujours les plus bas niveaux de rendement.



S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;
 S5= fumier+KCl+TSP.

Les rendements varient en moyenne de 765 kg/ha pour le traitement témoin à 1750 kg/ha pour le traitement NPKSB+urée+TSP+dolomie (tableau 13). L'effet de la fumure sur les rendements de matière sèche du cotonnier montre que le traitement fumure minérale associée à la dolomie induit les plus fortes augmentations de rendement. On constate une différence significative entre cette fumure et les fumures organo-minérales. Par contre, entre ces dernières il n'existe aucune différence significative.

Les augmentations de rendements induites par les traitements fumier+KCl+TSP, résidus de récolte + NPKSB + urée + TSP, NPKSB + urée +TSP+dolomie et NPKSB + urée + TSP sont respectivement de 70, 60, 129 et 38 % par rapport au témoin sans engrais.

Pour la production de la matière sèche du cotonnier, le classement des différentes fumures demeure identique à celui observé avec la production de coton graine.

Ces résultats montrent que c'est l'apport de fumure minérale associée à la dolomie qui procure les rendements les plus importants en matière sèche.

3.1.2.3 Influence du type de fumure sur les rendements de l'arachide.

Les résultats détaillés sont présentés au tableau 14. L'effet des fumures sur les rendements se trouve aux figures 14 et 15.

Tableau 14 : Rendement en graine et fane d'arachide en fonction du type de fumure (année 1998).

	Fumure	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc IV	Moyenne
Arachide Graine	S1	668	633	668	393	590
	S2	668	880	744	575	717
	S3	856	1031	1073	873	958
	S4	885	838	868	475	766
	S5	1131	873	1061	709	943
Fane D'arachide	S1	955	1228	968	1451	1150
	S2	1200	2176	1172	1703	1563
	S3	1433	1414	1553	2809	1802
	S4	1377	1042	1312	1293	1256
	S5	1451	1358	1637	2877	1831

S1= Témoin absolu

S2= NPKSB+urée+TSP ;

S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;

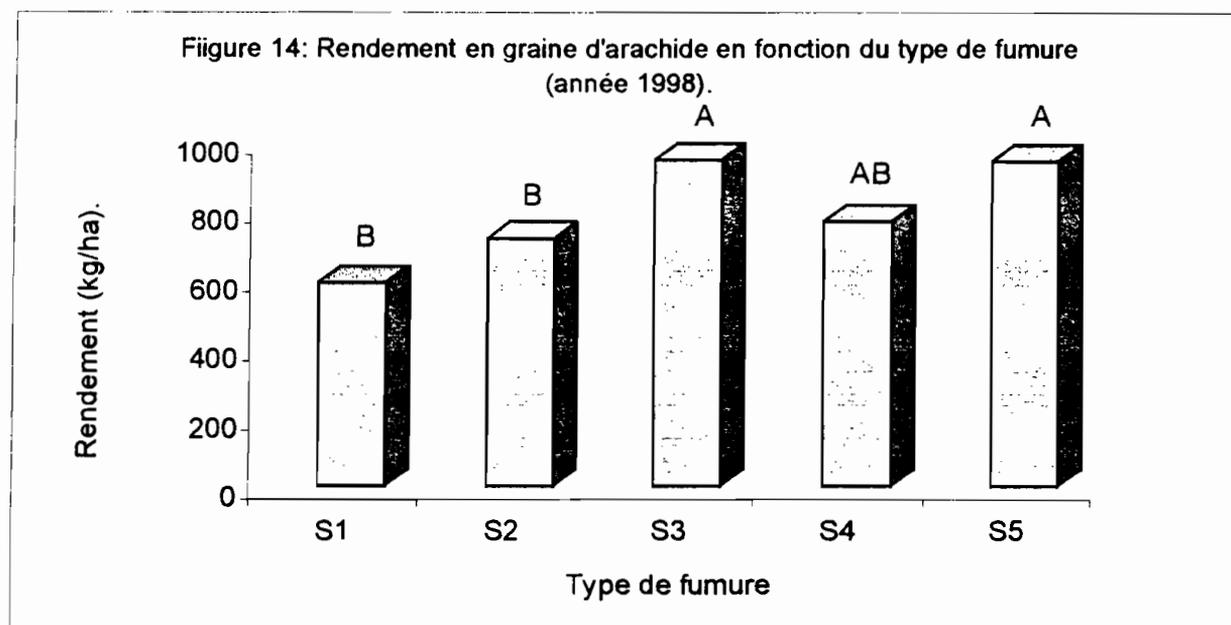
S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;

S5= Fumier+KCl+TSP.

3.1.2.3.1 Influence des fumures sur la production des graines d'arachide.

La figure 14 présente les rendements en graine d'arachide en fonction des différentes fumures. Les rendements les plus élevés sont ceux obtenus après l'application de fumier+KCl+TSP et de NPKSB+urée+TSP+ dolomie. Le témoin sans engrais assure toujours les plus faibles rendements.

Les rendements en graine d'arachide varient de 590 kg/ha pour le témoin absolu à 948 kg/ha pour la fumure NPKSB+urée+TSP+dolomie (tableau 15). L'augmentation moyenne par rapport au témoin en sixième année de culture est de 22 % pour la fumure NPKSB+urée+TSP, 30 % pour le traitement résidus de récolte+NPKSB+urée+TSP et 60 % pour la fumure fumier+KCl+TSP. Toutes ces fumures sont significativement différentes du traitement témoin sauf pour la fumure minérale simple. Cependant, la fumure minérale associée à la dolomie et les fumures organo- minérales ne présentent aucune différence significative entre elles.



S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;
 S5= fumier+KCl+TSP.

Tableau 15 : Effets de la fumure sur la production des graines et fanes d'arachide.

Fumure	Graine d'arachide (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au témoin	Fane d'arachide (kg/ha)	Augmentation (%) par rapport au témoin
Témoin	590 B	0	1139 B	0
NPKSB+urée+TSP	717 B	22	1291B	13
NPKSB+urée+TSP+dolomie	948 A	61	1801 A	58
NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte	766 AB	30	1256 B	10
Fumier+KCl+TSP	943 A	60	1756 A	54
Signification	HS		HS	

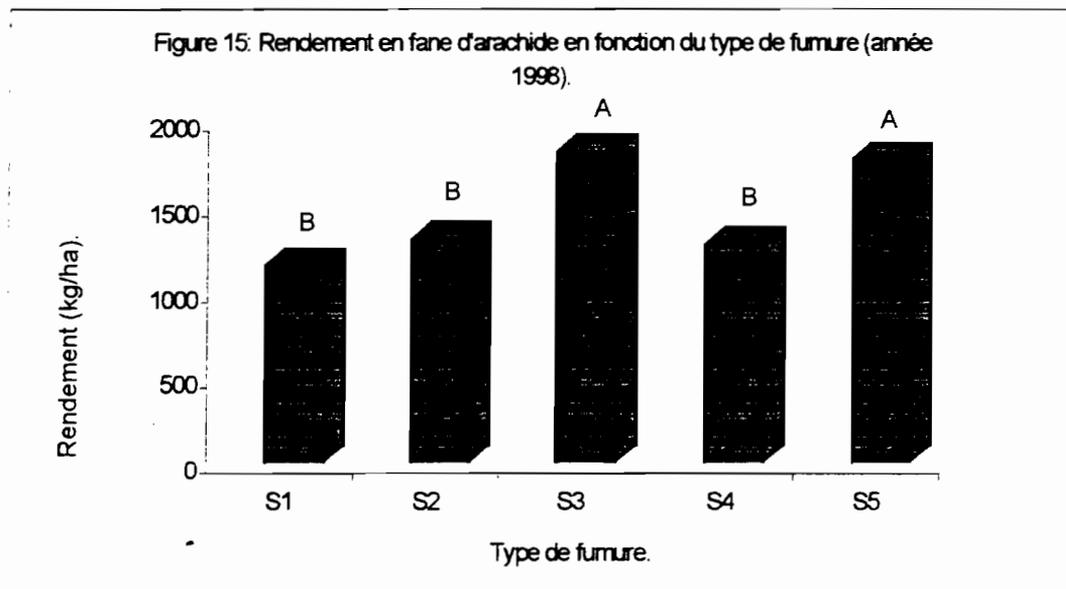
Les chiffres suivis de différentes lettres dans chaque colonne indiquent une différence significative au seuil de 5 % entre les traitements. HS= Hautement Significatif.

En résumé, les différentes fumures se classent selon la hiérarchie suivante pour la production de graine d'arachide:

NPKSB + urée+ TSP+ dolomie >= fumier+KCl+TSP > résidus de récolte+ NPKSB + urée +TSP>témoin.

Ces résultats montrent que la fumure minérale associée à la dolomie contribue à augmenter les rendements des graines d'arachide par rapport au témoin. Mais cette augmentation des rendements ne présente aucune différence significative avec la fumure organo-minérale.

3.1.2.3.2 Influence des fumures sur la production des fanes d'arachide.



S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;
 S5= fumier+KCl+TSP

La figure 15 montre les rendements en fane d'arachide en fonction des différentes fumures.

Les rendements les plus importants sont ceux obtenus après l'application de la fumure minérale combinée avec la dolomie et de la fumure apportant le fumier+ KCl+ TSP. Le témoin sans engrais produit les plus faibles niveaux de rendement alors que la productivité obtenue avec la fumure minérale et la fumure minérale associée avec les résidus de récolte occupe une position intermédiaire.

Le tableau 15 montre que la production moyenne des fanes d'arachide à la sixième année de mise en culture se situe entre 1139 kg/ha pour le témoin absolu à 1801 kg/ha pour le traitement associant la fumure minérale et la dolomie.

Les augmentations des rendements des fanes d'arachide par rapport au témoin induites par les fumures NPKSB+urée+TSP, NPKSB+urée+TSP+dolomie, résidus de récolte+ NPKSB+urée+TSP et le fumier+KCl+TSP sont respectivement de 13, 58 10 et 54 %. Seule la fumure minérale associée à la dolomie ou au fumier est significativement différente du témoin. Par ailleurs, la fumure minérale associée aux résidus de récolte présente le même effet que la fumure minérale simple sur la production des fanes d'arachide.

En résumé, les différentes fumures peuvent se classer de la façon suivante:

NPKSB+urée+TSP+dolomie>=fumier+KCl+TSP>NPKSB+urée+TSP>=résidus de récolte+ NPKSB+urée+TSP>=témoin.

Ces résultats montrent que par rapport au témoin, l'apport de la fumure minérale associée à la dolomie ou au fumier induit les augmentations de rendements de façon significative. Le traitement sans restitutions d'éléments nutritifs (témoin) procure les rendements les plus faibles.

3.1.3 Discussion.

Les résultats présentés ci-dessus permettent d'identifier les différentes rotations et types de fumure présentant des effets significatifs sur les rendements des cultures après six années de mise en culture sur un sol faiblement ferrallitique. La culture continue de sorgho abaisse considérablement les rendements. La mise en rotation du sorgho améliore significativement les rendements de cette céréale. Selon le précédent cultural (cotonnier, arachide) les rendements du sorgho ont quadruplé par rapport à la culture continue de sorgho.

Des résultats similaires ont été rapportés après des expérimentations en milieu paysan et en station de recherches (DOSSOU, 1980b ; PICHOT *et al.* 1981 ; PIERI, 1989 ; ENDONDO, 1995 ; KOUYATE, 1997 ; BUERKERT *et al.*, 1997).

En effet, la mise en rotation du sorgho comme l'ont souligné CARSKY *et al.*, (1995) sur les essais au champ conduits avec du niébé et du soja, permet de lutter contre les mauvaises herbes. Ils ont fait ressortir un avantage notable en ce sens que les niveaux d'infection du *Striga hermonthica* sur le sorgho ont été réduits grâce à ces deux légumineuses.

La présence d'une légumineuse fixatrice d'azote atmosphérique au sein d'une rotation permet de restaurer la fertilité du sol. EAGLESHAM *et al.*, (1982) cité par KOUYATE (1997) ont montré un effet résiduel du niébé équivalent à 36 kg d'azote/ha/an pour la céréale suivante. Ce type de rotation permet de réduire de façon significative les apports d'azote aux céréales mais augmente aussi l'efficacité de l'engrais azoté utilisé, surtout en présence du phosphore (BATIONO et VLEK., 1997). Malgré ces avantages, le type de rotation est important dans l'amélioration des rendements. Ceci peut s'expliquer d'une part par les exigences spécifiques aux différentes cultures et d'autre part par la nature de leur système racinaire. Les céréales ont un système racinaire qui explore le sol au niveau de la couche superficielle tandis que le cotonnier avec son système pivotant puise les éléments minéraux à de fortes profondeurs. Et si ces résidus sont retournés au sol, ceci contribue davantage à améliorer la fertilité du sol.

Par rapport à la fumure, les résultats obtenus ont démontré qu'après six ans de culture continue sans apports d'éléments nutritifs on note une baisse de rendement. Cette baisse de rendements est observée par plusieurs auteurs (SEDOGO, 1981 ; KAMBIRE, 1994 ; BADO *et al.*, 1997) avec différentes cultures.

La chute des rendements après apport de la fumure minérale observée par AGBENIN et GOLADI (1997) s'explique par la réduction de la capacité d'échange cationique (CEC) et la perturbation de l'équilibre entre les cations avec la fertilisation minérale.

Par ailleurs, on observe une augmentation des rendements en combinant la fumure minérale et la fumure organique (fumier, résidus de récolte).

Des résultats similaires ont été rapportés par plusieurs auteurs PICHOT *et al.* (1981), SEDOGO (1981), PIERI (1989), HIEN (1990), KAMBIRE (1994), BADO *et al.* (1997). Ceci s'explique sans doute par le rôle et la fonction de la matière organique. Comme l'ont montré POULAIN (1980) et PIERI (1989), la matière organique est une source d'éléments minéraux assimilables par les plantes après sa minéralisation, elle joue un rôle fondamental pour la nutrition azotée et la rétention d'eau.

Les sols ferrallitiques sont acides et l'effet chaulage dû à l'apport de la dolomie se traduit par des fortes augmentations de rendements. Des résultats semblables ont été observés par BADO *et al.*, (1997) sur ce même type de sol en culture de maïs. En effet, l'apport de la dolomie permet d'améliorer les propriétés physiques,

chimiques et biologiques du sol. Le calcium et le magnésium issus de la dolomie contribuent à relever le pH.

L'amendement calco-magnésien, le fumier et les résidus de récolte améliorent la structure du sol (humidité, enracinement) ce qui se traduit par une hausse des rendements.

Le type de fumure organique (fumier ou résidus de récolte) semble avoir une influence sur le niveau de production des plantes comme l'ont observé SEDOGO (1981), PIERI (1989) et KAMBIRE (1994). Ceci s'explique vraisemblablement par leur biodégradabilité. Avec les résidus, la libération des éléments nutritifs (N, P, K...) est plus lente alors que le fumier libère beaucoup plus rapidement les éléments nutritifs.

3.2 INFLUENCE DES SYSTEMES DE CULTURE SUR LA FERTILITE DU SOL.

Il faut signaler que les normes d'interprétation des caractéristiques chimiques sont celles du BUNASOL (1987), annexe 3 (tableau 20).

Les résultats détaillés de l'analyse des sols sont présentés en annexe 4 (tableau 21).

3.2.1 Incidence de la rotation culturale sur la fertilité du sol.

3.2.1.1 Effet de la rotation sur le statut organique.

La figure 16 présente les teneurs en carbone total et en azote total du sol en fonction des systèmes de culture. Les valeurs correspondantes sont regroupées dans le tableau 16.

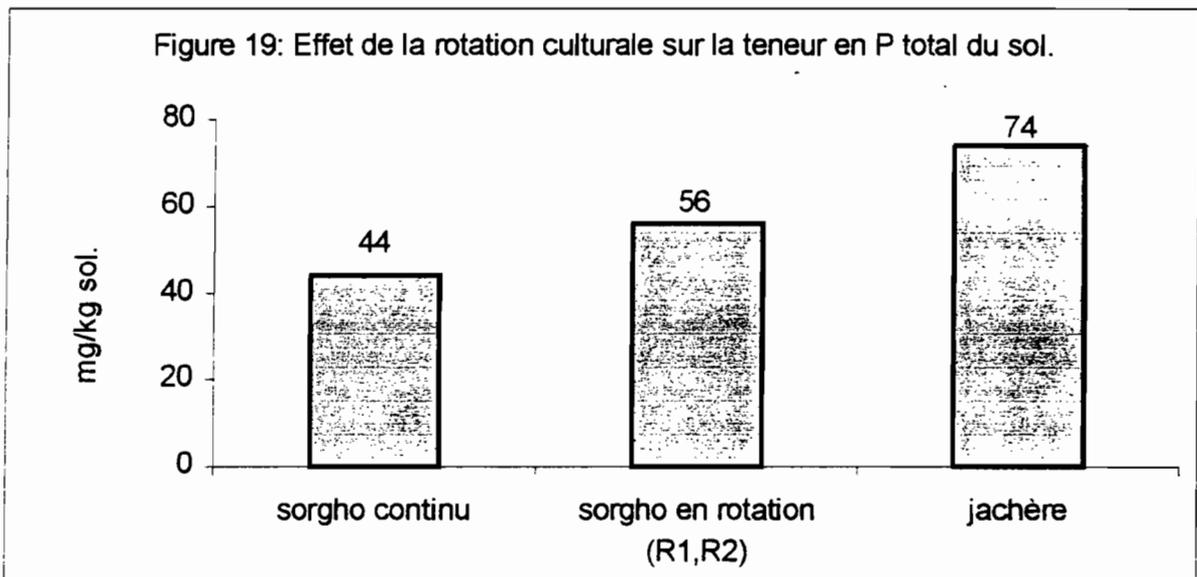
Tableau 16 : Influence de la rotation sur les propriétés chimiques du sol.

	C total	N total	pHeau
Rotations	g/kg de sol		
Sorgho continu	3,9	0,37	6,3
Sorgho en rotation	4	0,35	6,2
Jachère	6,4	0,51	6,5

Les valeurs présentées sont celles mesurées en sixième année d'expérimentation (1998)

3.2.1.1.1 carbone et matière organique du sol.

Les teneurs en carbone total sont plus élevées dans le sol sous jachère herbacée de longue durée où elles atteignent 6,4 g/kg de sol. Par contre, les teneurs en carbone total du sol sous culture demeurent faibles. Ces teneurs, sous culture continue de sorgho et sous rotation sorgho-arachide-coton sont semblables. On observe une légère supériorité de la rotation sorgho-coton-arachide. Le sol sous culture continue sans jachère entraîne une baisse des teneurs en carbone total par rapport au sol sous rotation culture/jachère.

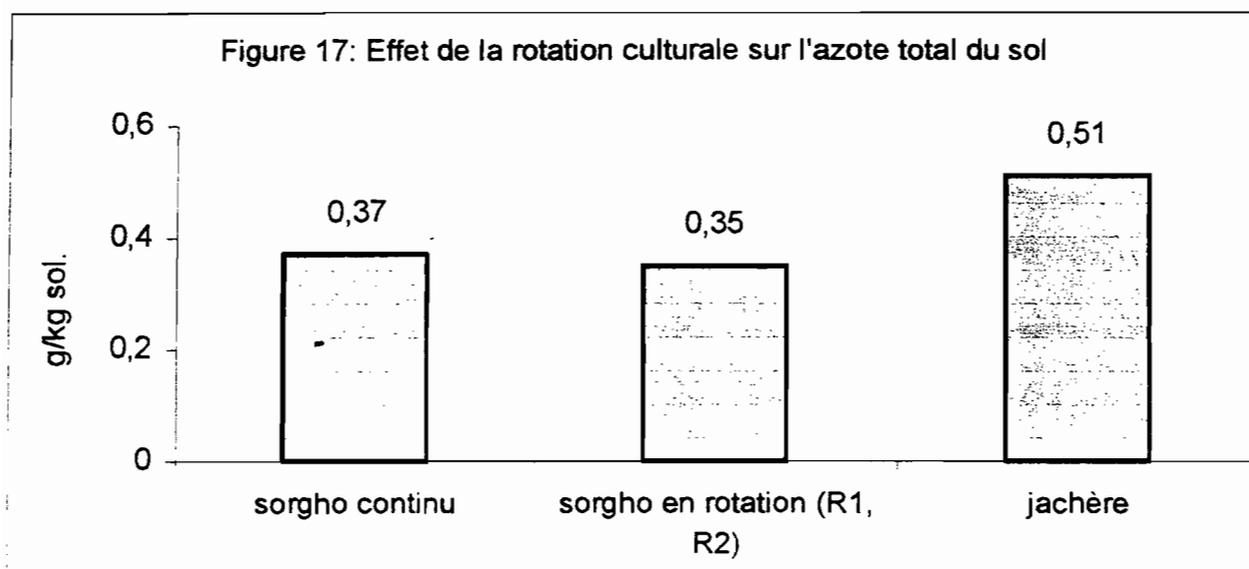


3.2.1.1.2 Azote total.

Concernant l'azote total, le sol sous jachère montre toujours des teneurs plus élevées de l'ordre de 0,51 g/kg de sol.

Les teneurs en azote total des sols cultivés sont identiques. La baisse des teneurs du sol sous culture continue du sorgho est de l'ordre de 28% par rapport à la jachère (figure 17). Le sorgho en rotation induit sensiblement la même diminution rapport à la jachère.

Ces résultats montrent que, les teneurs en azote total des sols restent dans l'ensemble quel que soit le système à un niveau bas puisqu'ils demeurent inférieurs aux normes moyennes (0,6 à 1mg/kg sol). Seule la jachère herbacée de longue durée présente des teneurs moyennes de matière organique puisqu'elles sont supérieures à 10g/kg sol (BUNASOLS, 1987). La culture d'arachide ne permet pas d'améliorer le stock azoté du sol.

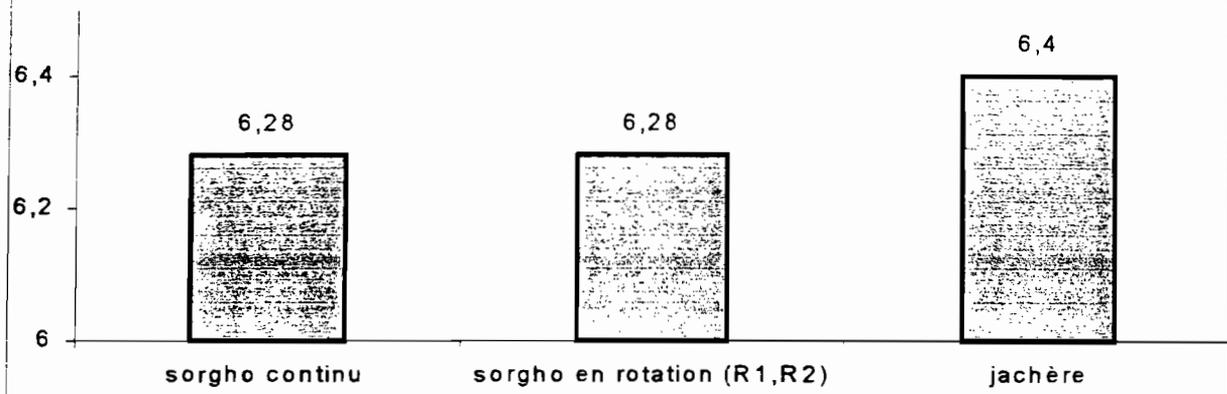


3.2.1.2 Effet de la rotation sur le pH du sol.

L'évolution du pH est illustrée par la figure 18. Le détail des données est présenté dans le tableau 16.

Le pHeau est plus élevé dans le sol sous jachère herbacée de longue durée (6,4). Il est légèrement inférieur dans les sols sous culture. Cependant, aussi bien sous jachère que sous sol cultivé, on note que le pH se situe dans la gamme de pH faiblement acide.

Figure 18: Effet de la rotation culturale sur le pH du sol.



3.2.1.3 Effet de la rotation culturale sur la teneur du sol en éléments minéraux.

3.2.1.3.1 Le phosphore total et phosphore assimilable.

Après six années de mise en culture les analyses montrent que les teneurs en phosphore total fluctuent selon les systèmes de culture (tableau 17). Le sol sous jachère présente la teneur en phosphore total la plus élevée (74 mg/kg de sol). La plus faible teneur est observée dans le sol soumis à la culture continue de sorgho (44 mg/kg de sol). Les teneurs en phosphore total sont très basses pour l'ensemble des systèmes de culture puisqu'elles demeurent inférieures à 100mg/kg sol.

Figure 19: Effet de la rotation culturale sur la teneur en P total du sol.

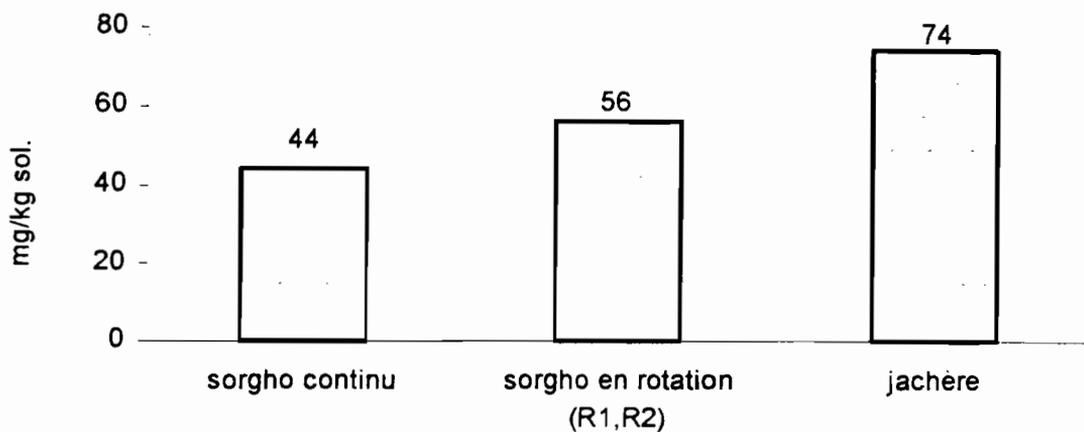
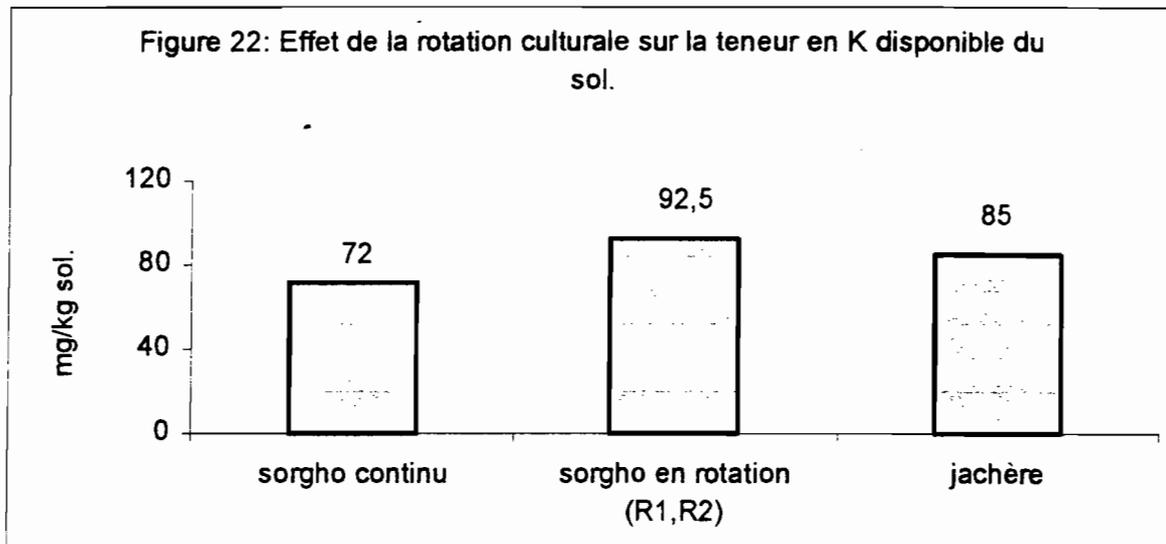


Tableau 17 : Influence de la rotation sur la teneur en éléments minéraux du sol.

	P total	P assimilable	K total	K disponible
Rotations	mg/kg de sol			
Sorgho continu	44	12	423	72
Sorgho en rotation	55,5	10	417	92,5
Jachère	74	6	532	85

Les valeurs présentées sont celles mesurées en sixième année (1998) d'expérimentation.

Pour le phosphore assimilable la situation est quelque peu différente. Les sols cultivés montrent une teneur plus élevée par rapport au sol sous jachère. Les teneurs en phosphore assimilable varient de 10mg/kg sol pour le sorgho en rotation à 12mg/kg sol pour la culture continue de sorgho contre 6mg/kg sol pour la jachère de longue durée. La culture continue de sorgho et la rotation culturale induisent respectivement des augmentations de 100 et 66% de phosphore assimilable par rapport à la jachère.



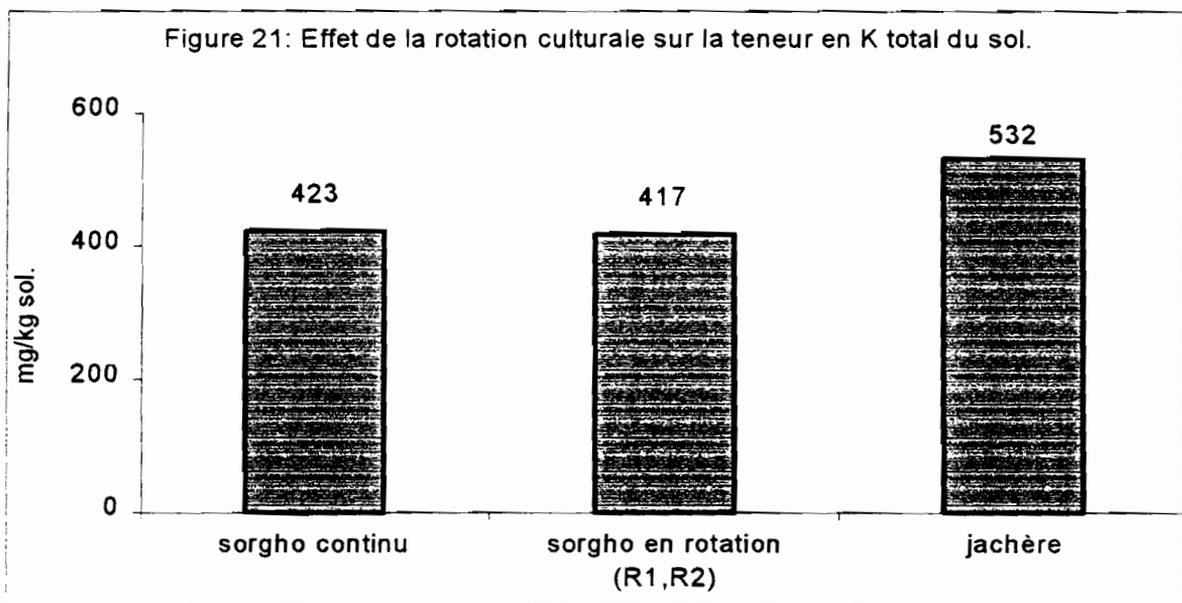
Ces résultats montrent que, par rapport à la jachère, la culture continue de sorgho semble modifier les teneurs en phosphore total du sol. Pour le phosphore assimilable par contre on observe une forte augmentation des teneurs de tous les sols cultivés surtout pour la culture continue de sorgho.

Ceci pourrait être attribué aux différentes fumures que reçoivent les sols cultivés chaque année.

3.2.1.3.2 Le potassium total et disponible.

Les figures 21 et 22 présentent les teneurs en potassium total et disponible du sol en fonction des systèmes de cultures. Les valeurs correspondantes sont regroupées dans le tableau 17.

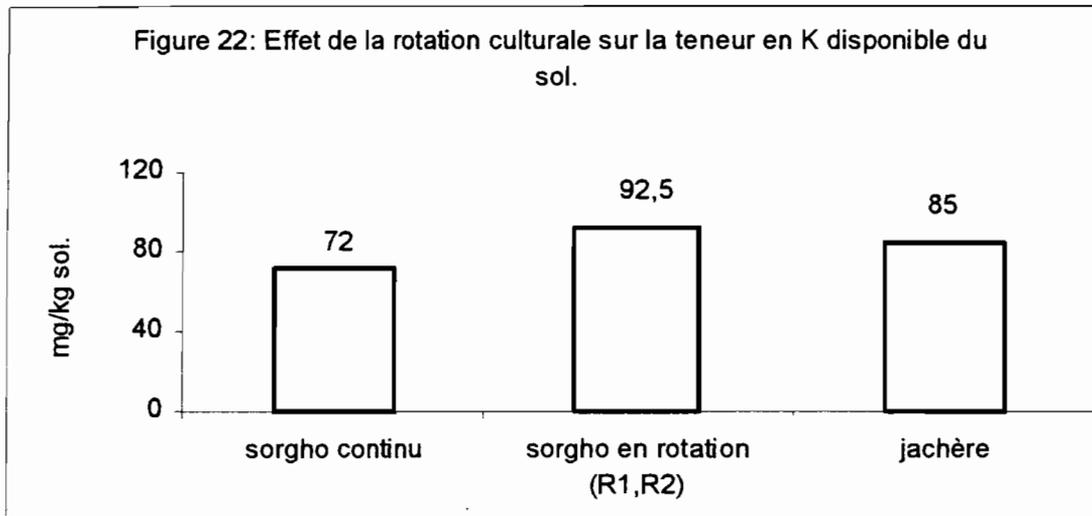
Après six années de culture, les teneurs en potassium total sont plus élevées dans le sol sous jachère (532 mg/kg sol). Tous les sols cultivés ont des teneurs très basses puisqu'elles demeurent inférieures à 500mg/kg sol. Seule la jachère présente un bas niveau de potassium total. Les sols cultivés présentent des diminutions allant de 22% pour le sol sous rotation culturale à 21% pour le sol en culture continue de sorgho



Pour le K disponible, la situation est différente. De tous les systèmes, les teneurs sont plus élevées dans les sols soumis à la rotation culturale (92,5 mg/kg sol) où on distingue une augmentation substantielle de 9% par rapport à la jachère herbacée.

Les teneurs les plus basses se retrouvent dans les sols sous culture continue de sorgho avec une diminution identique de 15% par rapport à la jachère.

Les valeurs obtenues dans les sols sous rotation culturale, sous culture continue de sorgho et sous jachère herbacée sont considérées comme moyennes.



Ces résultats montrent que, par rapport à la jachère, la culture continue semble modifier les teneurs en potassium total du sol. Pour le potassium disponible par contre on observe une nette augmentation des teneurs dans les sols sous rotation.

3.2.1.4 Discussion.

Les résultats obtenus ont démontré l'intérêt d'introduire une rotation appropriée dans le système de culture à base du sorgho afin de garantir la durabilité du système de production. Les teneurs en carbone total, azote total, phosphore total et potassium total ainsi que le pH du sol se trouvent plus élevées sous jachère. Ces teneurs diminuent avec la mise en culture. En effet, sous culture continue de sorgho, les baisses de ces différentes teneurs par rapport à la jachère sont respectivement d'environ 39, 28, 41 et 21% pour C, N, P et K total. Dans les sols soumis à la rotation culturale, les teneurs en ces éléments respectifs baissent d'environ 37, 31, 25 et 22% par rapport à la jachère. Ces plus fortes teneurs en sol sous jachère s'expliqueraient par les rôles multiples joués par la jachère comme source de matière organique (couvert végétal permanent), réduction des exportations d'éléments nutritifs par rapport à la culture continue. Elle joue un rôle protecteur du sol contre l'agression des agents climatiques (érosion). Ces effets de la jachère de longue durée ont été observés par plusieurs auteurs (PIERI 1989, BACYE 1993). Ce rôle protecteur de la jachère semble particulièrement expliquer la légère baisse du pH observée avec la mise en culture du sol. Ces résultats sont en accord avec ceux de FAUCK *et al.*, (1969), BOYER (1970) ; PIERI (1989) qui ont montré que la mise en

culture entraîne une modification des caractéristiques chimiques de l'horizon de surface du sol cultivé.

Les baisses des teneurs dans le sol cultivé peuvent être expliquées par une réduction des restitutions organiques qui se limitent uniquement à la biomasse racinaire.

Par rapport à la teneur en azote total du sol, le sol sous culture continue de sorgho présente un même niveau d'azote total qu'un sol sous rotation culturale comprenant une légumineuse fixatrice d'azote. Ceci peut s'expliquer par le comportement intrinsèque de cette légumineuse en fonction de son milieu de culture. En effet, l'arachide maintient ou accentue l'état de dégradation des sols dégradés acides et préserve ou augmente la fertilité des sols riches, en raison sans doute d'une fixation faible en sols dégradés acides (l'arachide utilise l'azote du sol) et relativement plus élevée en sol riche (GANRY et BERTHEAU, 1980).

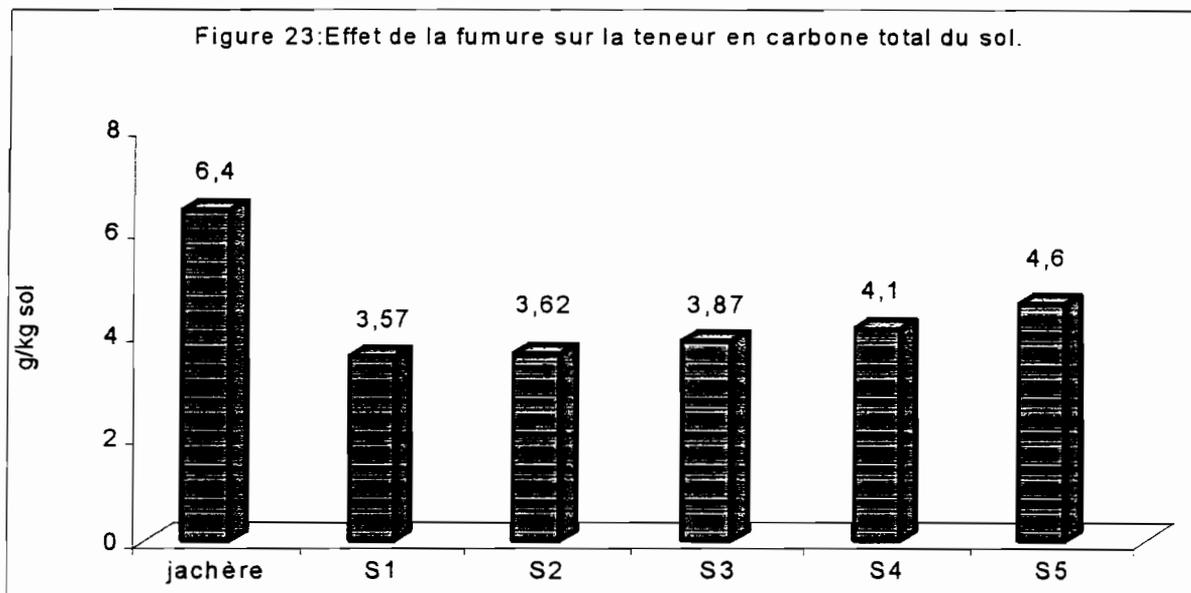
3.2.2 Incidence du type de fumure sur la fertilité du sol.

3.2.2.1 Effet de la fumure sur le statut organique du sol.

Les résultats sont présentés dans le tableau 18, les figures 23 et 24 mettent en évidence l'évolution des teneurs en stock organique et azote total.

3.2.2.1.1 Carbone et matière organique du sol.

Les teneurs en carbone total et en matière organique sont plus élevées dans le sol sous jachère. Les teneurs des sols cultivés recevant ou non la fumure minérale ou organo-minérale sont plus faibles. Les teneurs en carbone total sont plus faibles dans le traitement témoin, dans le sol recevant les fumures minérales comparativement aux sols recevant les fumures organo-minérales (fumier et résidus de récolte associés à la fumure minérale). L'apport de fumier associé à la fumure minérale induit une nette augmentation de la teneur en carbone total de 29 % par rapport au traitement témoin contre 15 % pour les résidus de récolte associés à la fumure minérale.



S1= témoin ;
 S2= NPKSB+urée+TSP;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie ;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte ;
 S5= NPKSB+urée+TSP+fumier

Les diminutions de matière organique induites par l'application des différents traitements varient de 45 % pour le sol non fertilisé à 29% pour le sol recevant la fumure minérale associée au fumier.

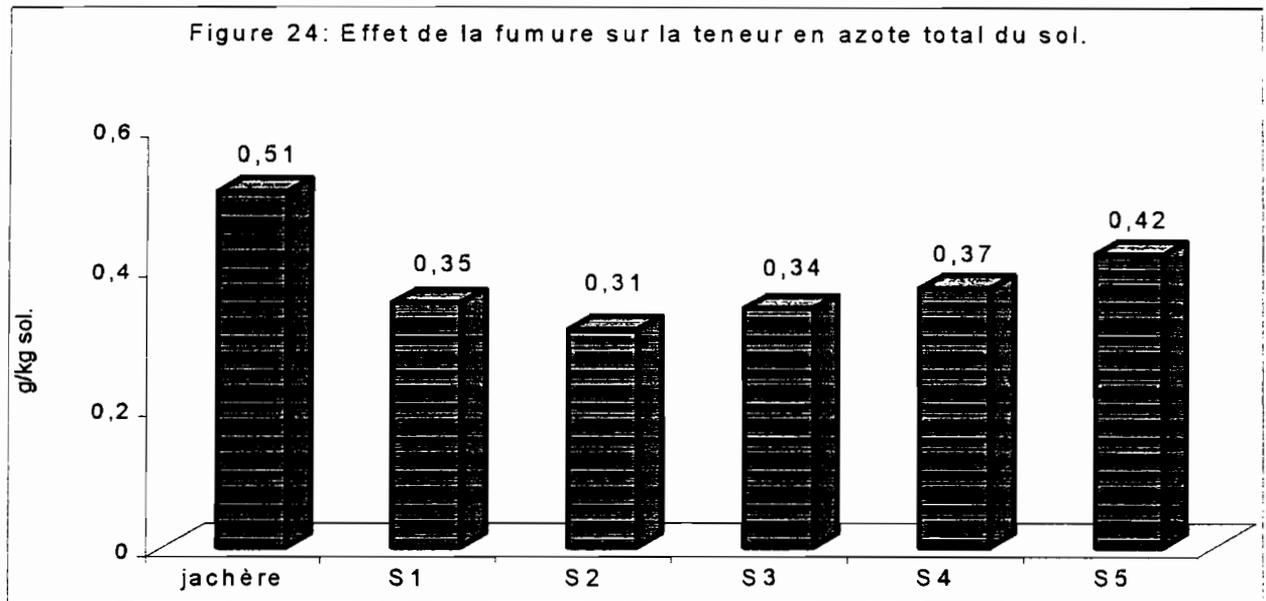
Ces résultats montrent que la fumure organo-minérale améliore le statut de la matière organique du sol. Ceci peut être attribué à la quantité annuelle de matière organique apportée par les différentes fumures organiques.

Tableau 18 : Influence de la fumure sur l'évolution des propriétés chimiques du sol.

Fumure	C total	Azote total	pH eau
	g/kg de sol		
Témoin	3,57	0,35	6,2
NPK+urée+TSP	3,62	0,31	5,8
NPK+urée+TSP+dolomie	3,87	0,34	7
NPK+urée+TSP+résidus de récolte	4,1	0,37	5,98
Fumier+KCl+TSP	4,6	0,42	6,4
jachère	6,4	0,51	6,5

Les valeurs présentées dans le tableau sont celles mesurées en sixième année d'expérimentation (1998) et dans une jachère herbacée.

3.2.2.1.2 L'azote total du sol.



S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte
 S5= fumier+KC+TSP.

Concernant l'azote total, le sol sous jachère montre toujours des teneurs plus élevées (0,51 g/kg sol). Les teneurs des sols cultivés recevant ou pas les éléments nutritifs sont plus faibles, surtout dans les traitements sans fumure et les traitements recevant exclusivement les fumures minérales.

Après six années de culture, la teneur en azote total du témoin semble être légèrement supérieure à celle observée dans les sols recevant les fumures minérales.

La diminution de la teneur en azote total varie de 39 % pour le sol recevant la fumure minérale (NPKSB+urée+TSP) à 18% pour le sol recevant la fumure organo-minérale (provenant du fumier) par rapport à la jachère.

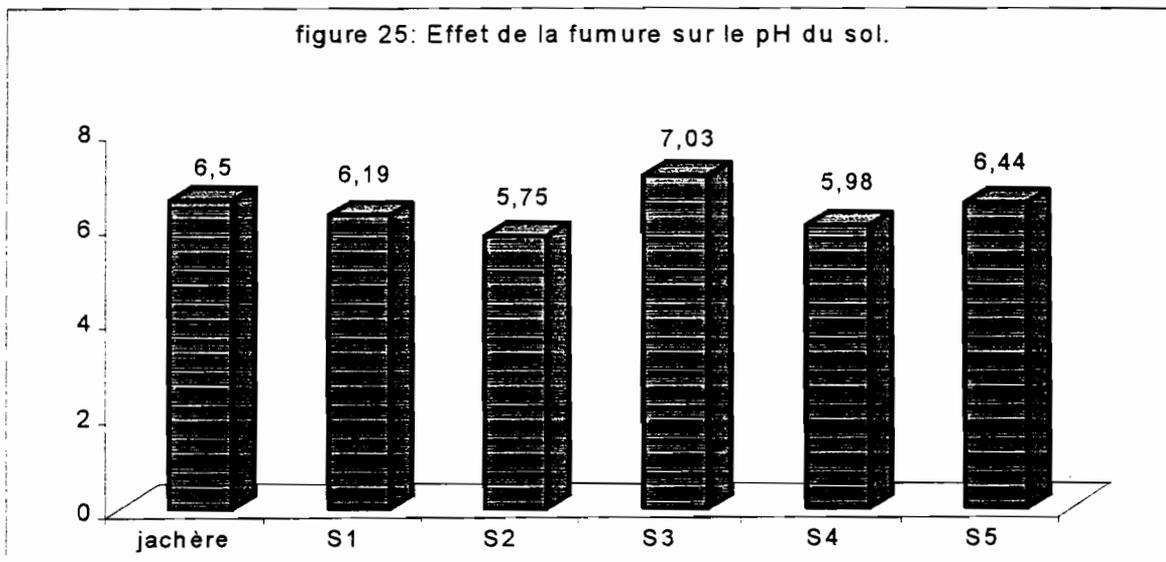
Ces résultats montrent qu'en dehors de la jachère, le fumier enrichit plus le sol en azote total par rapport aux autres traitements.

Aussi bien en sols cultivés recevant ou pas une restitution qu'en sol sous jachère, la teneur en azote total demeure basse.

3.2.2.2 Effet de la fumure sur le pH du sol .

Le niveau de pHeau du sol sous jachère est semblable à celui observé dans les sols recevant l'apport du fumier associé à la fumure minérale (figure 25). Cependant, l'apport de fumure minérale combinée à la dolomie montre un niveau de pH plus élevé et appartient à la gamme de pH neutre. La jachère, les sols recevant la fumure organominérale et le témoin appartiennent à la gamme de pH faiblement acide tandis que les sols recevant la fumure minérale (NPKSB+urée+TSP) appartiennent à la gamme de pH moyennement acide.

Ces résultats montrent que la dolomie redresse considérablement le pH. La non utilisation des engrais acidifie très peu le sol. Les engrais minéraux sont acidifiants.



S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte
 S5= fumier+KCl+TSP.

3.2.2.3 Effet de la fumure sur les teneurs en éléments minéraux.

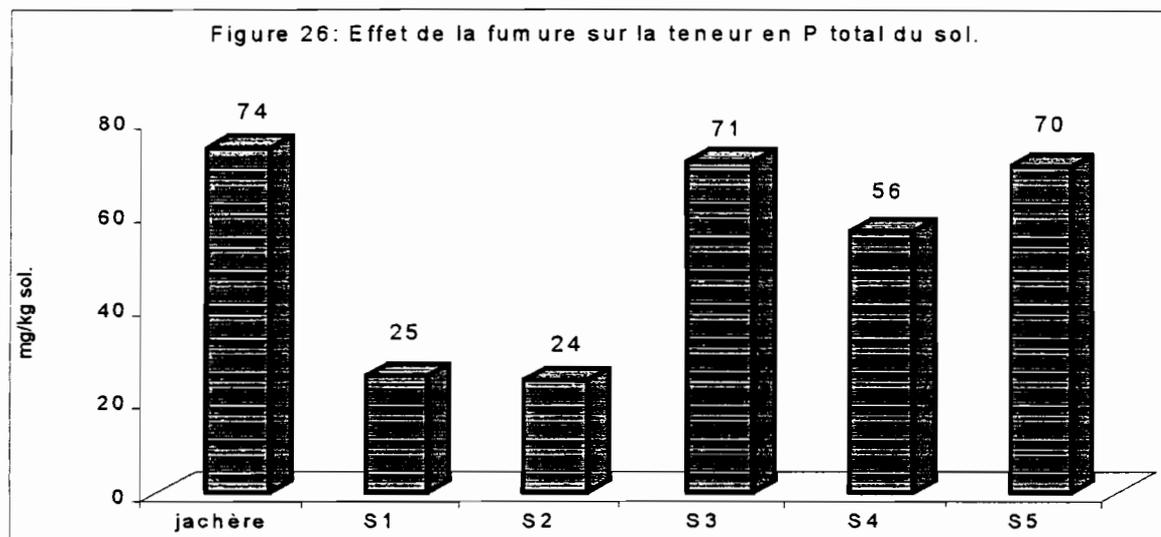
Les figures 26, 27, 28, 29 et 30 présentent les teneurs en phosphore total et assimilable ainsi que les teneurs en potassium total et disponible du sol en fonction des systèmes de culture. Les valeurs correspondantes sont regroupés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Influence de la fumure sur l'évolution de la teneur en éléments minéraux du sol.

	P total	P assimilable	K total	K disponible
Fumure	mg/kg de sol			
Témoin absolu	25	6	403	66
NPKSB+urée+TSP	24	9	390	110
NPKSB+urée+TSP+dolomie	71	12	393	65
NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte	56	9	435	74
Fumier+KCl+TSP	70	15	473	114
jachère	74	6	532	85

3.2.2.3.1 Le phosphore total et assimilable.

Les teneurs en phosphore total du sol sous jachère sont plus élevées (74 mg/kg sol) par rapport aux sols cultivés recevant ou non une fumure minérale ou organo-minérale. Néanmoins, les teneurs sous jachère sont voisines de celles observées avec les sols recevant les fumures minérales associant la dolomie ou le fumier.



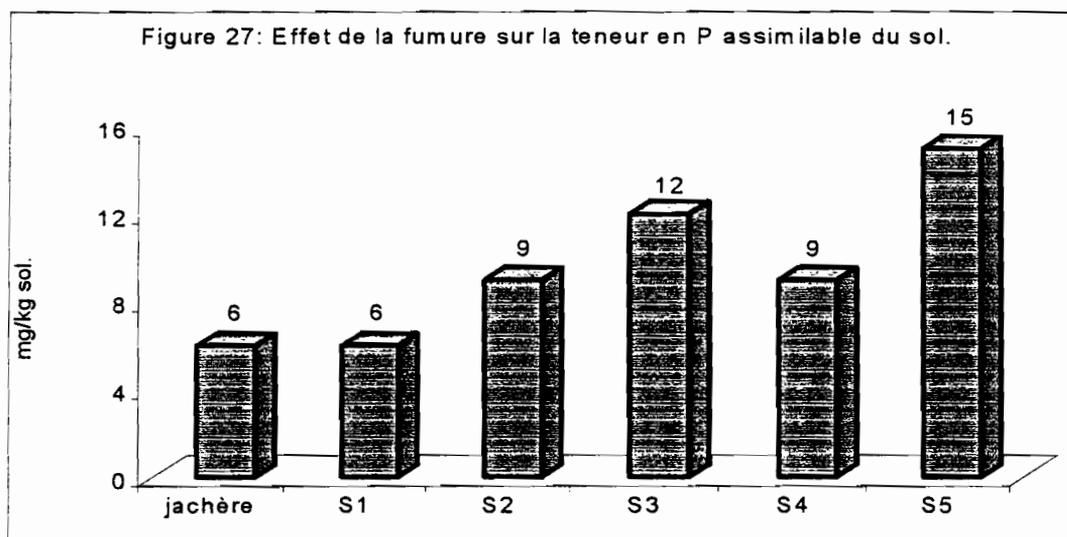
S1= témoin absolu ;
 S2= NPKSB+urée+TSP ;
 S3= NPKSB+urée+TSP+dolomie;
 S4= NPKSB+urée+TSP+résidus de récolte
 S5= fumier+KCl+TSP.

Le traitement témoin sans engrais et le sol recevant la fumure minérale (NPKSB+urée+TSP) montrent les plus faibles teneurs alors que le traitement

associant la fumure minérale aux résidus de récolte semble présenter des teneurs intermédiaires (figure 26).

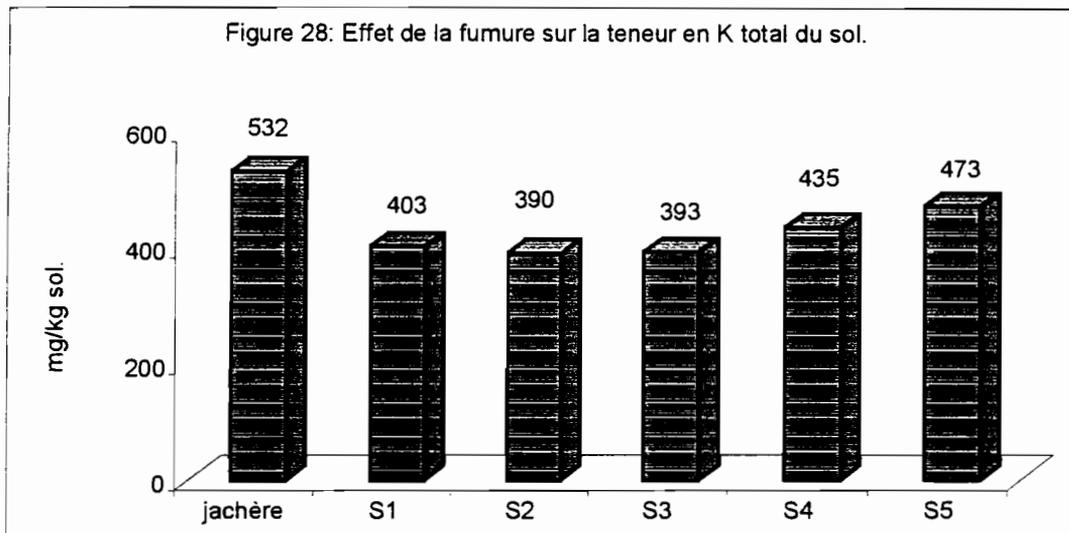
Pour le phosphore assimilable, les teneurs des sols sous jachère et sous traitement sans apport d'éléments fertilisants sont identiques et très faibles. Par rapport aux traitements témoin et à la jachère, les fumures minérales associées à la dolomie et au fumier induisent respectivement des augmentations de 100 à 150%. La fumure minérale (NPKSB+urée+urée) et la fumure minérale associée aux résidus de récolte présentent des teneurs identiques et induisent une augmentation de 50% par rapport à la jachère.

Ces résultats montrent que par rapport à la jachère, la culture continue sans restitution d'éléments nutritifs ou avec apport exclusif de fumure minérale de type (NPKSB+urée+TSP) modifient considérablement les teneurs en phosphore total du sol. Pour le phosphore assimilable, la culture sans apport d'engrais ne semble pas modifier cette teneur. Par contre on observe une augmentation marquée avec l'application de la fumure minérale associée à la dolomie et surtout avec le fumier.



S1= Témoin absolu,
 S2= NPKSB+Urée+TSP,
 S3= NPKSB+Urée+TSP+dolomie,
 S4= NPKSB+Urée+TSP+résidus de récolte,
 S5= Fumier+KCl+TSP

3.2.2.3.2 Le potassium total et assimilable.



S1= Témoin absolu,
 S2= NPKSB+Urée+TSP,
 S3= NPKSB+Urée+TSP+dolomie,
 S4= NPKSB+Urée+TSP+résidus de récolte,
 S5= Fumier+KCl+TSP

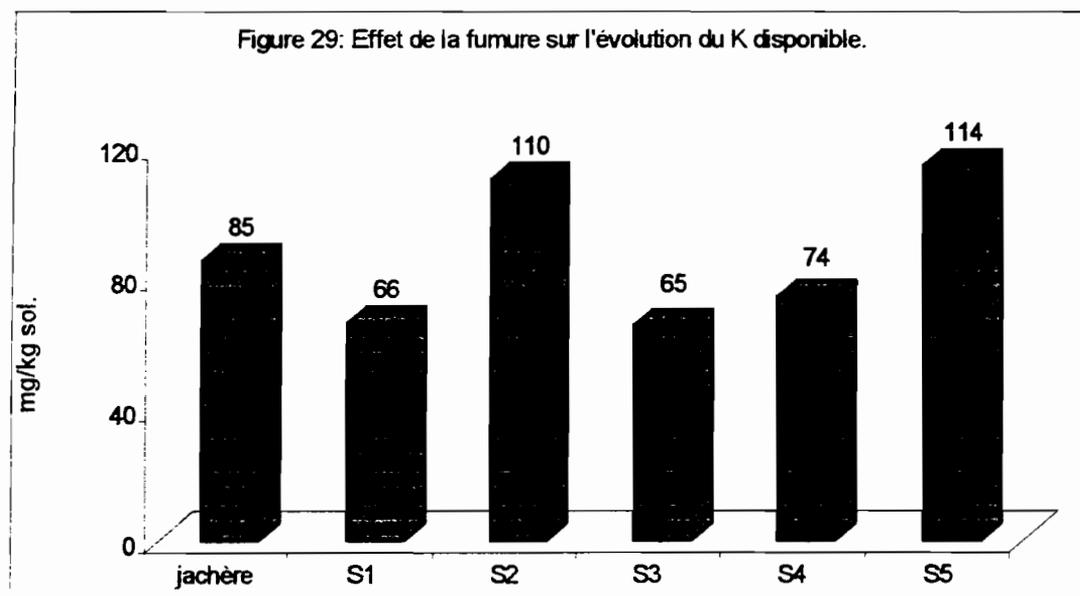
Les teneurs en potassium total sont plus élevées dans le sol sous jachère (532 mg/kg sol). Les teneurs des sols cultivés fertilisés ou pas sont les plus faibles.

Par rapport au témoin sans engrais, les fumures organominérales induisent des augmentations de 17% pour le fumier associé à la fumure minérale et de 8% pour les résidus de récolte combinés à la fumure minérale. Des diminutions sensibles de la teneur en potassium total sont par contre observées avec les fumures minérales.

Pour le potassium disponible, les teneurs les plus élevées sont observées avec la fumure minérale associée au fumier (114 mg/kg sol). L'apport de fumure minérale exclusive ou combinée avec le fumier montre respectivement une augmentation de la teneur en potassium disponible par rapport à la jachère de 29% et de 34%. Le traitement témoin sans engrais avec la fumure minérale exclusive et les résidus de récolte associés à la fumure minérale induisent une diminution de 24 et 13% par rapport à la jachère.

Ces résultats montrent que les sols sous cultures recevant ou non une fertilisation

semblent modifier la teneur en potassium total. Pour le potassium disponible, le fumier et la fumure minérale semblent augmenter ces teneurs.



S1= Témoin absolu,
 S2= NPKSB+Urée+TSP,
 S3= NPKSB+Urée+TSP+dolomie,
 S4= NPKSB+Urée+TSP+résidus de récolte,
 S5= Fumier+KCl+TSP

3.2.2.4 Discussion.

Ces résultats mettent en évidence l'importance des restitutions organo-minérales, de la jachère et de la dolomie dans le maintien ou l'amélioration des caractéristiques chimiques du sol.

Les teneurs en carbone, azote, phosphore et le potassium totaux du sol sous jachère sont plus élevées. Elles diminuent avec la mise en culture en fonction des fumures appliquées. Sous culture continue sans restitutions, les baisses sont respectivement d'environ 44, 31, 66 et 24%. Cet effet de la mise en culture sans fertilisation sur la diminution des réserves organiques et minérales du sol a été fréquemment décrit par plusieurs auteurs (SEDOGO 1981, PIERI 1989, BACYE 1993). Le manque de fertilisation en est la principale cause. Par contre, la jachère en apportant de la litière et des racines, en limitant les transports par érosion, et en

favorisant l'activité biologique permet d'observer ces teneurs élevées. Entre les différentes fumures, les teneurs les plus élevées en matière organique et azote total sont observées dans les sols recevant les fumures organo-minérales. Elles sont plus faibles dans les sols sans apports d'éléments et dans les sols recevant uniquement de la fumure minérale. Ceci semble s'expliquer par les quantités annuelles apportées par ces fumures (5t/ha). Ces résultats rejoignent ceux de Lompo *et al.* (1993) qui ont montré que la fumure la fumure organo-minérale faible assure une certaine stabilité du taux de matière organique.

Le fumier, associé à la fumure minérale, présente un niveau de N, P, K plus élevé. Ces résultats sont similaires à ceux observés par DIOUF (1990) qui a trouvé que l'apport de fumier enrichit la couche superficielle du sol en phosphore et en potassium échangeable. Par contre les résidus de récolte combinés avec la fumure minérale induisent une augmentation de la teneur en carbone et azote total par rapport à la fumure minérale mais cette augmentation demeure inférieure à celle induite par l'apport combiné du fumier et de la fumure minérale. Le type de fumure organique semble avoir une influence sur l'évolution du carbone et azote totaux du sol. Cet effet de la nature de la matière organique a été observé par plusieurs auteurs (SEDOGO 1981, PIERI 1989 KAMBIRE 1994). Ceci s'explique par le degré d'évolution des différentes sources de matière organique. Celle issue du fumier est plus évoluée avec C/N voisin de 15 par rapport aux résidus de récolte. Le fumier, par un processus de minéralisation va libérer plus rapidement des quantités importantes de N,P,K que l'autre beaucoup plus riche en composés cellulosiques difficilement biodégradables.

On peut noter particulièrement l'augmentation de la teneur en potassium total suite à l'apport combiné de la fumure minérale et des résidus de récolte, par rapport à la fumure minérale (avec ou sans dolomie). Cette observation pourrait s'expliquer par le fait que les pailles de sorgho en contiennent beaucoup (ARRIVETS, 1976) de même que les fanes d'arachide.

Par ailleurs, l'apport de la dolomie induit une augmentation considérable du pH qui est supérieur à celui observé dans le sol sous jachère. Cet effet favorable de l'apport de la dolomie (chaulage), rapporté par plusieurs auteurs (LOMPO *et al.*, 1993 ;

FALISSE et LAMBERT 1995 ; BADO *et al.*, 1997) est confirmé. Ils ont montré que le chaulage permet de lutter contre l'acidification progressive du sol.

D'autre part, l'apport de la dolomie semble augmenter les teneurs en phosphore total et assimilable du sol. Ceci s'expliquerait par la capacité du calcium apporté par la dolomie à complexer le phosphore lié aux ions métalliques du sol.

L'apport exclusif de la fumure minérale (NPKSB+urée+TSP) présente le plus bas niveau de pH. Cet effet acidifiant de la fumure minérale a été observé par plusieurs auteurs (PIERI, 1989 ; DIATTA et SIBAND 1997). Ce résultat s'expliquerait par fixation des ions NH_4^+ issus de la minéralisation de l'engrais azoté (urée) sur le complexe absorbant entraînant ainsi le départ des protons H^+ du complexe vers la solution du sol.

CONCLUSION GENERALE

L'étude que nous avons menée a permis d'évaluer en station, l'incidence des systèmes de culture sur les rendements et sur la fertilité d'un sol faiblement ferrallitique.

Les résultats obtenus ont montré que la culture continue de sorgho produit les plus faibles rendements. La mise en rotation d'une culture de sorgho suffit pour augmenter significativement les rendements par rapport à la culture continue du sorgho. Toutefois, les rotations sorgho-cotonnier-arachide et sorgho-arachide-cotonnier ne sont pas différentes entre elles pour ce qui concerne leur production. Cependant, le précédent arachide est le plus favorable à la production de matière sèche du sorgho.

Les effets des systèmes de culture sur les rendements sont plus marqués avec la fumure minérale associée à la dolomie ou au fumier qui procurent les plus hauts rendements. L'adjonction de la dolomie aux résidus de récolte, produit des rendements inférieurs à la fumure minérale associée au fumier ou à la dolomie.

L'évaluation des effets des différents systèmes de culture étudiés a permis d'observer des modifications de certains caractères des sols cultivés :

- la jachère a un effet favorable sur le stock organo-minéral du sol par rapport au sol cultivé à l'exception du phosphore assimilable ;
- la culture continue de sorgho, conduit à une diminution substantielle des niveaux de carbone total, de phosphore et de potassium disponible ;
- la rotation culturale, pendant six ans et malgré la présence d'une légumineuse n'a pas favorisé l'augmentation de la teneur en azote total du sol. Par contre, elle a entraîné une hausse substantielle de 3 et 28% respectivement pour les teneurs en carbone total et potassium disponible par rapport à la culture continue de sorgho.

L'incidence des systèmes de culture sur les caractéristiques chimiques, est plus marquée avec l'apport de la fumure minérale combinée à la dolomie ou à la matière organique. Les systèmes de culture sans fumure organique sur un sol faiblement ferrallitique, conduisent à une diminution du stock organique en raison de la faiblesse des restitutions organiques. Toutefois, les systèmes de culture

comportant une fumure organique (fumier ou résidus de récolte) permettent une nette amélioration des caractéristiques chimiques et une augmentation du stock organique qui est fonction de la nature des substrats apportés. En effet, le système de culture associant la fumure minérale et le fumier a permis d'améliorer les différents paramètres de la fertilité chimique étudiés par rapport à un système de culture utilisant les résidus de récolte. On mesure là toute l'importance du degré d'évolution de la matière organique dans la gestion et le maintien de la fertilité du sol.

Par ailleurs, des systèmes de culture avec apport de la dolomie font ressortir un effet favorable dans l'amélioration du pH du sol. Cet effet semble même plus élevé par rapport à celui induit par la jachère. De plus, les teneurs en phosphore assimilable sous l'effet de la dolomie augmentent de 100% par rapport à la jachère. Ceci met en exergue l'intérêt particulier de l'utilisation de cet amendement dans la durabilité de l'agriculture, surtout quand on sait que les sols tropicaux sont pour la plupart acides et carencés en phosphore.

L'ensemble de tous ces résultats montre que les systèmes de culture qui peuvent prétendre assurer une agriculture durable doivent être capables d'améliorer :

- le stock organique ou tout au moins de le maintenir à un niveau constant ;
- le pH et la teneur en phosphore assimilable du sol.

Ainsi, l'interaction fumure minérale-fumier-rotation culturale pourrait contribuer de façon non négligeable à la gestion durable de la fertilité des sols cultivés.

En perspective, la valorisation des intrants locaux (dolomie, résidus de récolte, fumier), l'intégration des rotations culturales à base des légumineuses fixatrices d'azote dans l'optique de réduire le coût des engrais azotés, devraient être des axes de recherches à poursuivre.

Cependant, il serait souhaitable de compléter ce travail par une étude qui s'intéressera à l'aspect physique et biologique de la fertilité du sol.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

AFRIQUE AGRICULTURE n° 226 janvier 1999.

AGBENIN J O, GOLADI T., 1997. Long terme soil fertility trend in the savana as influenced by farmyark manure and inorganic fertilizer. Soil fertility management in West africa land use systems. Editors, Geneviève Renard, Andreas Neef, Klans Beckes; Mathias Von Oppen. Proc. of the regional workshop university of Hohenheime. ICRISAT sahelian centre and IRAN, 4-8 March 1997 Niamey, Niger. 600p.

AKANVOU R K., 1995. Production durable des systèmes céréales/légumineuses en zone savane de Cote d'Ivoire. in Technology options for sustainable agriculture in sub-saharian africa. Editors Taye Bezumeh, Alfonse M. Emechebe ; Joseph Sedgo; Mahama Ouedraogo. 485p. Abidjan, Cote d'Ivoire 26-29 April, 1995.

AMBOUTA J M., AMADOU I., SOULEY., 1998. gestion de la fertilité et évolution des sols de Gakudi (Niger) . cah agri 1998 ; 7 : 395-400pp.

ARRIVETS J., 1976. Exigences minérales du sorgho. Etude d'une variété voltaïque à grande tige (S 29). 31 (1) ; 29-46pp.

BACYE B., 1993. Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux en région sahelo-soudanienne. Province du Yatenga, Burkina Faso. Thèse de doctorat troisième cycle. 243pp.

* BADO V., SEDOGO P M., CESCAS M P *et al.*, 1997. Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. cah. agr Nov-Dec 1997; 6 (6); 571-575pp.

BARBIER B., CATTIN M B., 1994. Le défi démographique. 27-29pp. Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahéliens. 304pp. F.A.O, CTA, CIRAD.

BATIONO A., BUERKERT A., SEDOGO M P., CHRISTIANSON B C et MOKWUNYE. A U., 1995 A critical review of crop residu use as soil amendement in the west African semi-arid tropics 305-322pp in J. M. Powell ; S. Fernandez-Rivera ; T.O. Williams and C. Renard (eds) Livestock and sustainablenutrient cycling in mixed farming system of sub-saharian Africa. Vol II. Proccedings of an International Conference, ILCA, 22-26 Nov 1993, Addis Abeba, Ethiopia.

BATIONO A., VLEK P L G., 1997. The role of nitrogen fertilizers applied to food crops in the soudano-sahelian zone of West africa 41-49p. Soil fertility management in West africa land use systems. Editors, Geneviève Renard, Andreas Neef, Klans Beckes; Mathias Von Oppen. Proc. of the regional workshop university of Hohenheime. ICRISAT sahelian centre and IRAN, 4-8 March 1997 Niamey, Niger. 600p.

BERRADA A., GANDAH M., 1994. Travail du sol. Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Universités francophones. Ouvrage collectif, coordinateurs : Tayeb A, Persoons E. 341-360 pp.

BOYER J., 1970. Essai de synthèse des connaissances acquises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique inter-tropicale francophone. Comité des sols tropicaux. Londres, 8-12 juin. Ed ORSTOM 175 pp.

BOYER J., 1976. L'aluminium échangeable: incidences agronomiques, évolution et correction de sa toxicité dans les sols tropicaux. Cahiers O.R.S.T.O.M. Ser Pedol. vol 14, n° 4; 1976.

BOYER J., 1983. Conservation et amélioration de la fertilité. in bulletin technique d'information des ingénieurs des sciences agricoles n° 379/381 pp 357-366.

BUERKERT A., BAGAYOKO M., BATIONO A and MARSCHNER H., 1997 Site-specific differences in the response of cereals and legumes to rocks phosphate, crop residu mulch and nitrogen in the sudano-sahelian zone of West Africa. 41-49pp. Soil fertility management in West africa land use systems. Editors, Geneviève Renard, Andreas Neef, Klans Beckes; Mathias Von Oppen. Proc. of the regional workshop university of Hohenheime. ICRISAT sahelian centre and IRAN, 4-8 March 1997 Niamey, Niger. 600pp.

BUNASOLS., 1987. Manuel pour l'évaluation des terres 109-121pp.

CARSKY R J., BERNER D K., 1995. Benefits of Crop Rotation with Soybean and Cowpea in Savanna cereal based Systems. Soil fertility management in West africa land use systems. Editors, Geneviève Renard, Andreas Neef, Klans Beckes; Mathias Von Oppen. Proc. of the regional workshop university of Hohenheime. ICRISAT sahelian centre and IRAN, 4-8 March 1997 Niamey, Niger. 600pp.

CHAMINADE R., 1965. Recherche sur la fertilité et la fertilisation des sols tropicaux. Principes de base et techniques. Agron. Trop. Vol 20 (10) ; 1014-1017pp.

CHARPENTIER H, 1998. Système de culture avec semis direct sur couverture végétale dans différentes zones pédo-climatiques du Burkina Faso. Fond Européen de développement. INERA-CIRAD-ORSTOM. Rapport de mission au Burkina Faso du 15-25 Avril 1998.

CHARREAU C., 1972. Problèmes posés par l'utilisation agricole des sols tropicaux par des cultures annuelles. L'Agron. Trop., 27 (9) : 905-929pp.

COINTEPAS J P., MAKILO R., 1982. Bilan de l'évolution des sols sous culture intensive dans une station expérimentale en milieu humide. Cahiers O.R.S.T.O.M serie pédologie vol. 19, n°13, 1982: 271-282 pp.

DAKOUO D., 1994. Les carences en potassium sur le cotonnier (*Gossypium hirsutum L*) dans les systèmes de culture : cas de la zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Thèse de docteur ingénieur. Université nationale de Côte d'Ivoire 141pp.

DAKOUO D., KOULIBALY B., HIEN V., 1995. Agronomie et techniques culturales. Rapport annuel de la campagne 1993/1994 INERA.

DELOMON., 1968. Croissance des végétaux cultivés. Principes d'agronomie Tome II, 6^{ème} édition.

DIATTA S., SIBAND P., 1997. Evolution des sols sous culture continue : le cas des sols rouges ferrallitiques du sud du Sénégal. Soil fertility management in West africa land use systems. Editors, Geneviève Renard, Andreas Neef, Klans Beckes; Mathias Von Oppen. Proc. of the regional workshop university of Hohenheime. ICRISAT sahelian centre and IRAN, 4-8 March 1997 Niamey, Niger. 600pp.

DIOUF M., 1990. Diagnostic agronomique en parcelle paysanne: une méthode d'amélioration des systèmes de culture. in savanes d'Afrique, terres fertiles? Montpellier 10-14 Dec 1990, actes de rencontres internationales. Ministère de la coopération et du développement, CIRAD 587pp.

DOSSOU M., 1980a. Les résidus de récolte : pratiques traditionnelles et modernes de leur emploi en agriculture togolaise. Bulletin pedol de la F.A.O. Le recyclage des résidus agricoles organiques en Afrique. Actes du séminaire tenu à Lomé du 24-28 Nov 1980.

DOSSOU M., 1980b. Les légumineuses en assolement ou en culture associée au Togo. Bulletin pedol. de la F.A.O. le recyclage des résidus agricoles organique en Afrique. Actes du séminaire tenu à Lomé du 24-28 Nov 1980.

DREYON J J., 1989. Fixation biologique de l'azote atmosphérique: définition et place dans le cycle de l'azote. Fichier technique de la fixation symbiotique de l'azote. Légumineuse/Rhizobium. (F.A.O).

ENDONDO C., 1995. Gestion de la fertilité des sols et développement des technologies appropriées pour une agriculture durable au Nord du Cameroun. In Technology options for sustainable agriculture in sub-saharian africa. Editors Taye Bezumeh, Alfonse M. Emechebe ; Joseph Sedgo; Mahama Ouedraogo. 485p. Abidjan, Cote d'Ivoire 26-29 April, 1995.

FALISSE A., LAMBERT J., 1995. La fertilisation minérale et organique. in Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Ouvrage collectif coordinateurs : Tayeb Ameziane El Hassni-Etienne Persoons. Universités francophones. 544pp.

F.A.O, 1986. Annuaire de la production ; vol 40, edit. FAO.

FAUCK R., MOUREAUX CI et THOMANN Ch., 1969. Bilans de l'évolution des sols de Séfa (Casamance, Sénégal) après quinze années de culture continue. Agron. Trop, 3, 263-301.

FELLER C., 1977. Evolution des sols de défriche récente dans la région des terres neuves (Sénégal oriental). Deuxième partie : aspects biologique et caractéristiques de la matière organique. Cah. O.R.S.T.O.M, ser pedol., 15 (3): 291-302pp.

GANRY F., GUIRAUD G., DOMMARGUES Y., 1978. Effect of straw incorporation on the yield and nitrogen balance in the sandy soil pearl millet cropping system of Senegal. Plant and soil, 50 (3) : 647-662.

GANRY F., BERTHEAU Y., (1980). Gestion des résidus de récolte et économie de l'azote au Sénégal. Bull pédo. De la F.A.O.

GUINKO S., 1984. Végétation de la haute volta. Thèse doctorat d'état., Université Bordeaux III 318pp.

HIEN V., 1990. Pratiques culturales et évolution de la teneur en azote organique utilisable par les cultures dans un sol ferrallitique du Burkina Faso. Thèse de docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine. 135 pp et annexes.

HIEN V., SEDOGO P M., LOMPO F., 1993. Effets de jachère de courte durée sur la production et l'évolution des sols dans différents systèmes de culture du Burkina Faso. In. La jachère en Afrique de l'Ouest atelier international, Montpellier du 2 au 5 Août 1991 p 221-232.

HIEN V., SEDOGO P M., LOMPO F., 1994. Gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso. Bilan et perspectives pour la promotion des systèmes agricoles durables. Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne. F.A.O, CTA, CIRAD, 1994. 304pp.

IRCT., 1981. Secteur Haute volta. Systèmes de culture possibles pour la zone cotonnière en Haute Volta. Rapport technique, Avril, 1981.

KAMBIRE S H., 1994. Systèmes de culture paysans et productivité des sols ferrugineux du plateau central (Burkina FASO) : Effets des restitutions organiques. Thèse de doctorat troisième cycle 188 pp.

KEBE D et HILHORST., 1995. Environnement économique et durabilité des s-systèmes agraires au Mali-sud, Mariage difficile ? Options technologiques pour une agriculture durable en Afrique Sub-saharienne. Edts Bezumeh T, Emechebe A. M., Sedgo J, Ouedraogo M. SAFGRAD.

KOUYATE Z., 1997. Effets des rotations de cultures, des résidus de récolte et des engrais verts sur la productivité des sols du Mali. Soil fertility management in West africa land use systems. Editors, Geneviève Renard, Andreas Neef, Klans Beckes; Mathias Von Oppen. Proc. of the regional workshop university of Hohenheime. ICRISAT sahelian centre and IRAN, 4-8 March 1997 Niamey, Niger. 600p.

LACROIX A., 1995. Des solutions agronomiques à la pollution azotée. Cah. Agriculture 1995 ; 4 : 333-342 pp.

LOMPO F., SEDOGO P.M., HIEN V., 1993. Expériences et perspectives de maintien de la productivité du sol dans l'agriculture au Burkina Faso. 79-87p. Sustaining soil productivity in intensive african agriculture. Seminar procedings. Accra, Ghana, 15-19 Nov 1993. pp 123.

MAGASSA H., COULIBALY C., 1994. La dynamique foncière face aux exigences de développement durable: le cas de la zone sud-Mali Promotion des systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne. F.A.O, CTA, CIRAD, 1994. 304pp.

MILLEVILLE P., SERPANTIER G., 1994 Intensification et durabilité des systèmes agricoles en Afrique soudano-sahélienne, 33-45p.

MOREAU R , 1984. Etude sur parcelles comparatives de l'évolution des sols ferrallitiques sous différents modes de mise en culture en zones forestière et préforestière de Côte d'Ivoire. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédol., vol. XXI, n° 1, 43-56.

MOREL R., 1989. Les sols cultivés. Technique et Documentation. Edition LAVOISIER. 373p.

PICHOT J., SEDOGO M P., POULAIN J F., ARRIVETS J., 1981. Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux sous l'influence des fumures minérales et fumures organiques. Agronomie Tropicale. vol 33, n° 2: 122-133pp.

PIERI C ., 1973 Fumures des céréales de culture sèches en république du Mali. Premier essai de synthèse. Agron. Trop. 28 (8) ; 751-766pp.

PIERI C., 1976. L'acidification des terres de culture exondées au Sénégal. Agr. Trop. vol 31, n° 4: 339-368pp.

PIERI C., 1985. Bilans minéraux des systèmes des cultures pluviales en zones arides et semi-arides. Agron. Trop., 1985, 40 (1) : 1-19.

PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du sahara. Ministère de la coopération-IRAT/CIRAD 444pp.

PIRAUX M., BOCK L., BULDGEN A., LEFORT E. *et al.*, 1997. Influence des conditions climatiques, topographiques et intensification sur la fertilité physique et chimique des sols ferrugineux en région sahélo-soudanienne. Secheresse 1997; 8(4): 247-256pp.

POULAIN J., 1980. Utilisation des résidus de récolte. Bulletin pedol. de la F.A.O. le recyclage des résidus agricoles organique en Afrique. Actes du séminaire tenu à Lomé du 24-28 Nov 1980.

RCS-SAHEL et ABN. 1991. La fertilité des sols sahéliens. Problèmes fondamentaux et actions prioritaires. Edité par Alioune Dragne, I.A. Touré: Nov 1991.

SEDOGO M P., 1981. Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (Matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). Thèse de Docteur-Ingénieur, Institut Polytechnique de Lorraine, Nancy, 195 p.

SEGALEN P., 1973. L'aluminium dans les sols. Init. doc. tech. n° 22. 281pp. O.R.S.T.O.M Paris.

SEGUY L, BOUZINAC S, TRENTINI A, CORTES N A., 1996. La gestion de la fertilité par le système de culture 18-37p. Agriculture et développement n° 12 Dec 1996.

SENE M., 1997. Influence de la jachère sur les rendements du sorgho en parcelle paysanne au Sénégal. Jachère et maintien de la fertilité. Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'ouest. Projet 7 ACP RPR 269 Coraf, union européenne. Bamako, 2-4 Oct 1997 I.E.R (Mali-ORSTOM).

SIBAND, P., 1972. Etude de l'évolution des sols sous culture traditionnelle en haute Casamance. Principaux résultats. Agronomie Tropicale, volume 27, n°5, 1972: 574-591pp.

SIBAND P., 1974. Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance. Agron. Trop., 29 (12) : 1228-1248 p.

SIBIRI J T., BERTARAND R., DICKEY J., MOREL J L., SANON K., (1995). Dégradation des sols en agriculture minière au Burkina Faso. Cah. Agri., Vol., IV, n° 5 Sept-Oct 1995. 363-371pp.

SOLTNER D., 1986. Les bases de la production végétale. Tome 1. le sol 14^{ème} édition. Collection sciences et techniques agricoles, 464 pp.

SWIFT M J, SANCHEZ P A., 1984. Aménagement biologique de la fertilité des sols tropicaux en vue du maintien de leur productivité In nature et Ressources, vol 20 n° 4 Oct-Nov 1984.

TERRIBLE P B., 1987. Végétation de la Haute Volta au millionième. 44pp ICRISAT. Bulletin n° 23 192p.

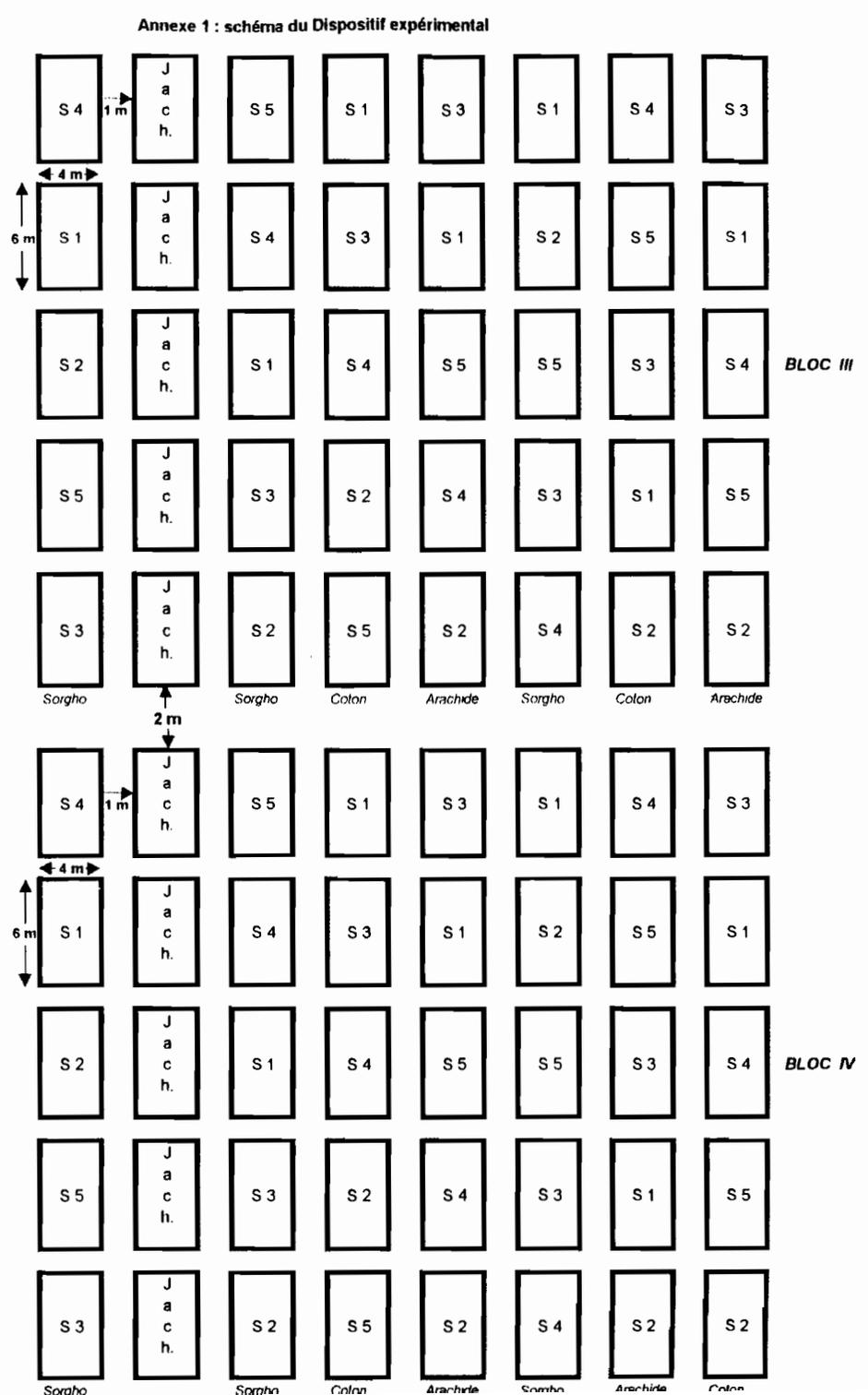
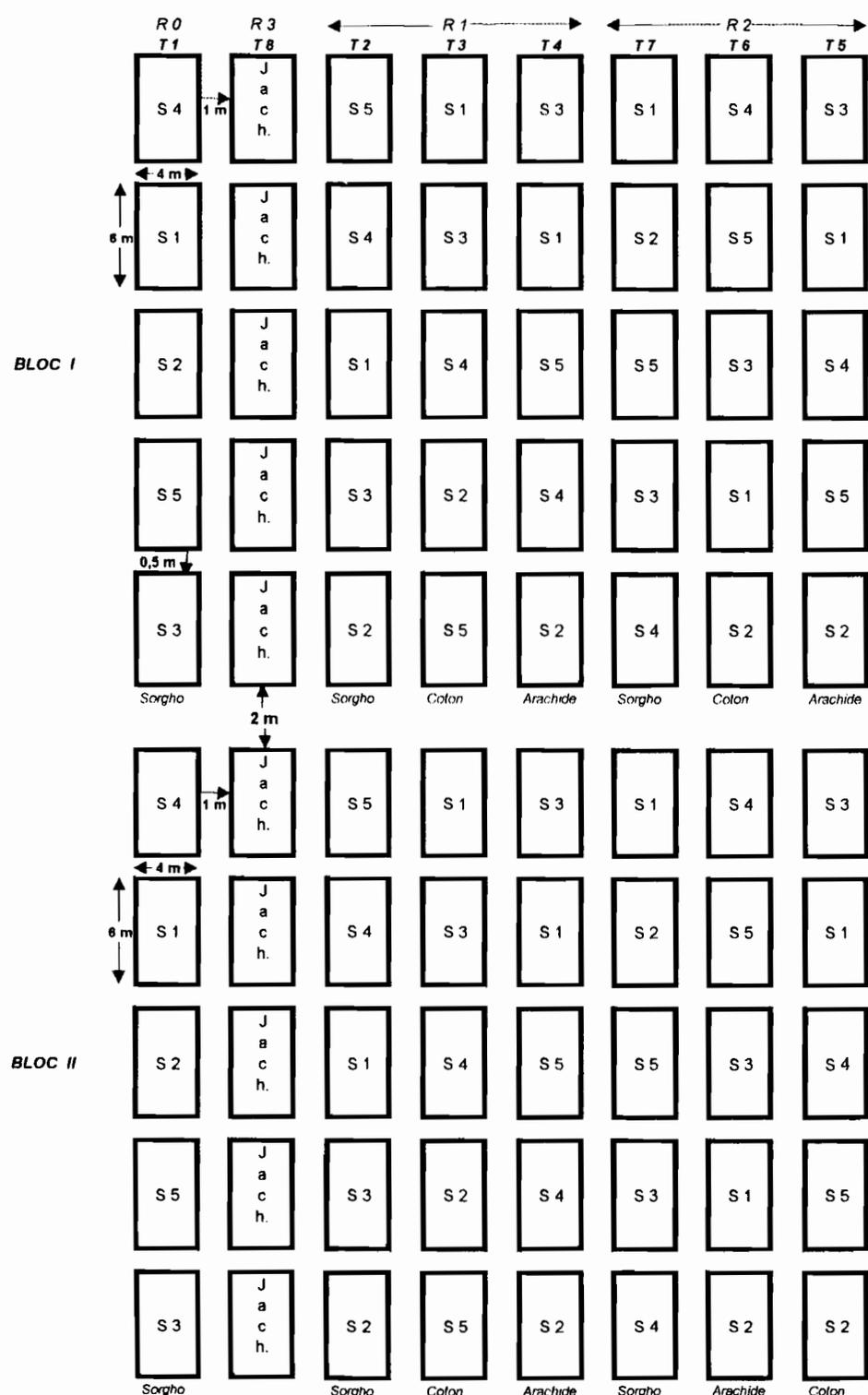
TRINH S., 1976. L'aluminium échangeable dans les sols acides de quelques pays d'Afrique et de Madagascar. Cah O.R.S.T.O.M Ser ped. vol 14, n° 3; 1976.

VAN DER POL FLORIS., 1990. L'épuisement des terres, une source de revenus pour les paysans au Mali-sud. in savanes d'Afrique, terres fertiles? Montpellier 10-14 Dec 1990, actes de rencontres internationales. Ministère de la coopération et du développement, CIRAD 587pp.

VILAIN M., 1993. La production végétale, Vol 1. Les composantes de la production. Agriculture d'aujourd'hui (Aa). Sciences et techniques application. LAVOISIER Tec et Doc 438 pp.

WEY J, OBATON M., 1978. Incidence de quelques techniques culturales sur l'activité fixatrice d'azote et le rendement de l'arachide. Agron. Trop. Vol 33 (2) ; 129-136pp.

ZERBO L., 1995. Caractérisation des sols des stations de recherches agricoles de l'IN.E.R.A (Kamboinsé, Farako-bâ, Saria, Niangoloko). Cellule télédétection et SIG. IN.E.R.A. 114 pp+annexes



Annexe 2 : Calendrier cultural (Année 1998).

- 3 au 9 juillet 1998 : labour et hersage de l'essai aux bœufs
- 16 au 19 juillet : planage et piquetage
- 20 au 21 juillet : apport fumier, résidus de récolte et dolomie
- 23 juillet : semis sorgho Gnofing (0.80m * 0.40m)
- 25 juillet : semis coton FK290 (0.80m * 0.40m)
- 28 juillet : semis arachide RMP 91 (0.40m * 0.40m)
- 8 août : démariage sorgho et coton à 2 plants par poquet
- 17 au 20 août : apport NPKSB, TSP et KCl (1^{er} sarclage)
- 5 au 9 septembre : 2nd sarclage des parcelles de sorgho et coton
- 18 au 21 septembre : 1^{er} sarclage de l'arachide
- 22 au 25 septembre : apport urée (sorgho – coton)
- 26 au 30 septembre : 2nd sarclage de l'arachide
- 1^{er} au 4 octobre : 3^e sarclage sorgho et coton
- 16 octobre : début traitement coton
- 3 au 11 novembre : 4^e sarclage sorgho et coton
- 23 novembre : récolte du sorgho
- 1^{er} au 3 décembre : récolte arachide
- 14 au 22 décembre : prélèvement de sol
- 23 au 26 décembre : récolte du coton

ANNEXE 3 : Normes d'interprétation du BUNASOLS pour l'appréciation qualitative de quelques caractéristiques chimiques des sols du Burkina Faso sur les 40 premiers centimètres (1987).

Classe (interprétation)		TRES BAS	BAS	MOYEN	ELEVE	TRES ELEVE			
Matière organique (%)		< 0,5	0,5 à 1,0	1 à 2,0	2 à 3	> 3			
Azote total (%)		< 0,02	0,02 à 0,10	0,06 à 1,0	0,10 à 0,14	> 0,14			
Phosphore assimilable (ppm) (BRAY I)		< 5	5 à 10	10 à 20	20 à 30	> 30			
Phosphore total (ppm)		< 100	100 à 200	200 à 400	400 à 600	> 600			
Potassium disponible (ppm)		< 25	25 à 50	50 à 100	100 à 200	> 200			
Potassium total (ppm)		< 500	500 à 1000	1000 à 2000	2000 à 4000	> 4000			
C/N			<12,5	12,5	>12,5				
Classe	Extrêmement acide	Très fortement acide	Fortement acide	Moyennement acide	Faiblement acide à neutre	Légèrement alcalin	Moyennement alcalin	Fortement alcalin	Très fortement alcalin
PH eau	<4,5	4,6 à 5	5,1 à 5,5	5,6 à 6	6,1 à 7,3	7,4 à 7,8	7,9 à 8,4	8,5 à 9	>9

ANNEXE 4 : RESULTATS DETAILLES D'ANALYSE DES SOLS.

BLOCS	ANALYSES	Sorgho continu					Sorgho-Coton-Arachide					Sorgho-Arachide-Coton					Jachère				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
I	pHeau	6,24	5,44	7,18	6,12	6,65	6,16	5,83	7,38	5,95	6,68	6,07	5,88	7,33	6	6,5	6,24	6,37	6,24	6,16	6,66
II		6,22	5,84	7,3	6,09	6,72	6,46	5,82	7,1	6,71	6,52	6,22	5,84	7,22	6,25	6,78	6,32	6,34	6,39	6,36	6,33
III		5,96	5,33	6,72	5,85	6,12	6,33	5,76	6,69	5,78	6,02	6,1	5,66	6,45	5,62	5,82	6,53	6,8	6,78	6,79	6,86
IV		6,36	5,91	7,07	5,98	6,63	6,17	6,07	7,03	5,96	6,45	6,04	5,77	6,89	5,98	6,41	6,5	6,41	6,56	6,41	6,17
Moy		6,2	5,63	7,06	6,01	6,53	6,28	5,85	7,05	5,97	6,41	6,11	5,79	6,97	5,96	6,38	6,4	6,48	6,49	6,43	6,51
I	C (‰)	3,691	3,604	3,6	3,849	4,275	3,543	3,604	3,822	4,299	5,197	2,984	3,403	3,248	3,453	3,428	5,4	6,1	5,7	5,8	7,3
II		3,281	3,53	4,113	4,047	4,363	4,808	3,606	4,129	4,407	4,522	3,611	3,949	4,856	3,925	5,257	3,28	3,53	4,11	4,05	4,36
III		3,83	3,572	4,046	4,507	4,811	3,685	3,866	3,997	4,688	4,141	3,136	4,361	3,211	4,193	4,679	5,48	6,43	7,59	6,52	6,71
IV		3,194	3,1	3,381	4,106	5,027	3,579	3,416	3,974	3,921	5,047	3,691	3,447	3,99	3,738	4,133	6,49	6,05	6,82	5,59	6,47
Moy		3,49	3,45	3,79	4,12	4,61	3,85	3,62	3,98	4,32	4,73	3,36	3,79	3,83	3,83	4,37	5,16	5,53	6,06	5,49	6,21
I	MO (‰)	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,93	1,1	1	1	1
II		0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	0,6	0,7	0,7	0,8
III		0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2
IV		0,6	0,5	0,6	0,7	0,9	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	1,1	1	1,2	1	1,1
Moy		0,62	0,57	0,65	0,72	0,8	0,65	0,62	0,7	0,75	0,82	0,55	0,68	0,68	0,65	0,75	0,88	0,95	1,1	0,95	1,03
I	N (‰)	0,322	0,407	0,35	0,384	0,407	0,35	0,322	0,317	0,354	0,35	0,443	0,23	0,169	0,35	0,315	0,46	0,44	0,38	0,41	0,47
II		0,322	0,345	0,348	0,379	0,437	0,499	0,377	0,407	0,269	0,307	0,269	0,27	0,307	0,344	0,31	0,4	0,38	0,35	0,4	0,44
III		0,343	0,184	0,427	0,399	0,498	0,43	0,36	0,313	0,552	0,59	0,447	0,365	0,406	0,36	0,544	0,47	0,66	0,7	0,62	0,62
IV		0,363	0,326	0,329	0,474	0,398	0,22	0,267	0,36	0,312	0,501	0,226	0,224	0,362	0,27	0,409	0,51	0,5	0,59	0,51	0,58
Moy		0,337	0,315	0,363	0,409	0,435	0,374	0,331	0,349	0,371	0,437	0,35	0,27	0,31	0,33	0,4	0,46	0,5	0,51	0,49	0,53
I	P.ass. (‰)	0,006	0,017	0,006	0,01	0,014	0,007	0,012	0,011	0,011	0,016	0,006	0,011	0,007	0,008	0,015	0,007	0,006	0,009	0,008	0,007
II		0,009	0,017	0,012	0,018	0,025	0,011	0,006	0,01	0,009	0,011	0,006	0,008	0,008	0,009	0,014	0,009	0,017	0,012	0,018	0,025
III		0,006	0,009	0,008	0,009	0,023	0,003	0,007	0,005	0,008	0,012	0,004	0,009	0,06	0,008	0,01	0,003	0,003	0,005	0,005	0,003
IV		0,007	0,008	0,008	0,009	0,011	0,006	0,009	0,007	0,01	0,013	0,006	0,01	0,006	0,006	0,012	0,005	0,005	0,01	0,004	0,005
Moy		0,007	0,012	0,0085	0,0115	0,0195	0,0067	0,0085	0,0082	0,0095	0,013	0,005	0,009	0,02	0,007	0,012	0,006	0,008	0,009	0,009	0,001
I	P.total. (‰)	0,01	0,063	0,1	0,065	0,099	0,028	*	0,099	0,065	0,1	0,028	*	0,046	0,064	0,098	0,115	0,082	0,046	*	0,116
II		0,029	0,028	0,029	0,01	0,047	0,029	0,01	0,085	*	0,012	*	*	0,059	*	*	0,029	0,028	0,029	0,011	0,047
III		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,022	0,076	0,058	0,057	0,004
IV		*	0,022	0,076	*	0,022	*	*	*	*	*	0,028	*	*	*	*	0,152	0,202	0,171	0,134	0,13
Moy		0,0195	0,037	0,0683	0,0375	0,056	0,0285	0,01	0,092	0,065	0,056	0,028	*	0,052	0,064	0,098	0,08	0,097	0,076	0,067	0,07

Suite annexe 4

BLOCS	ANALYSES	Sorgho continu					Sorgho-Coton-Arachide					Sorgho-Arachide-Coton					Jachère				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
I	K.total.(‰)	0,322	0,298	0,371	0,369	0,445	0,315	0,318	0,255	0,41	0,45	0,304	0,305	0,359	0,446	0,446	0,386	0,411	0,341	0,19	0,429
II		0,361	0,359	0,31	0,314	0,351	0,336	0,255	0,259	0,302	0,343	0,328	0,356	0,348	0,347	0,391	0,36	0,36	0,31	0,31	0,35
III		0,415	0,316	0,307	0,534	0,549	0,439	0,287	0,365	0,402	0,363	0,242	0,334	0,262	0,304	0,343	0,068	0,7	0,7	0,66	0,069
IV		0,673	0,663	0,522	0,457	0,519	0,418	0,498	0,606	0,604	0,675	0,679	0,693	0,761	0,736	0,811	0,65	0,62	0,69	0,64	*
Moy		0,445	0,409	0,377	0,418	0,466	0,377	0,339	0,371	0,429	0,457	0,388	0,422	0,432	0,458	0,497	0,366	0,573	0,489	0,45	0,426
I	K.dispo(‰)	0,075	0,059	0,067	0,074	0,129	0,074	0,067	0,77	0,076	0,147	0,412	0,078	0,087	0,115	0,207	0,064	0,077	0,068	0,032	0,074
II		0,047	0,053	0,066	0,079	0,124	0,072	0,051	0,09	0,092	0,088	0,054	0,049	0,064	0,081	0,106	0,047	0,053	0,066	0,079	0,124
III		0,072	0,048	0,061	0,075	0,119	0,059	0,043	0,07	0,071	0,122	0,058	0,061	0,06	0,071	0,106	0,058	0,071	0,075	0,081	0,069
IV		0,056	0,041	0,054	0,052	0,098	0,035	0,044	0,042	0,063	0,065	0,048	0,041	0,043	0,04	0,061	0,09	0,08	0,12	0,12	*
Moy		0,062	0,05	0,062	0,07	0,118	0,06	0,051	0,069	0,075	0,105	0,075	0,229	0,063	0,076	0,12	0,061	0,07	0,082	0,072	0,097

NB: Pass = Phosphore assimilable; K dispo = Potassium disponible;

* = mesures non disponibles.

ANNEXE 5 : Composition moyenne du fumier (en % de matière sèche).

Composition	% matière sèche
Matière organique	18,3-60
Azote total	1,03
P_2O_5	0,48
K_2O	1,49
CaO	0,92
MgO	0,88

Source DAKOUO, 1994.